

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE RODOVIAS RURAIS  
CONSIDERANDO RISCO NO MÉTODO DO VALOR AGREGADO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

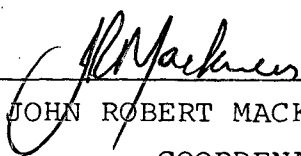
L E T O M O M M

FLORIANÓPOLIS  
SANTA CATARINA - BRASIL  
DEZEMBRO DE 1980

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE RODOVIAS RURAIS  
CONSIDERANDO RISCO NO MÉTODO DO VALOR AGREGADO

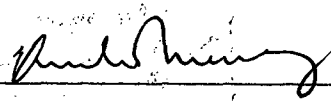
L E T O M O M M

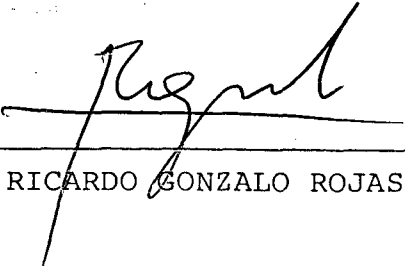
ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
" MESTRE EM ENGENHARIA"  
ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA FINAL  
PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO:

  
\_\_\_\_\_  
PROF. JOHN ROBERT MACKNESS, Ph. D.  
COORDENADOR

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
PROF. ROBERT WAYNE SAMOBYL, Ph. D.

  
\_\_\_\_\_  
PROF. EMÍLIO ARAÚJO MENEZES, M. Sc.

  
\_\_\_\_\_  
PROF. RICARDO GONZALO ROJAS LEZANA, M.Sc.



0.249.276-6

UFSC-BU

A  
esposa  
Salette  
e  
aos  
filhos  
Henrique  
e  
Guilherme

A G R A D E C I M E N T O S

Manifesto meus sinceros agradecimentos

ao Prof. Robert Wayne Samohyl pela orientação no desenvolvimento do trabalho,

ao Prof. Emílio Araújo Menezes pelo apoio e orientação do desenvolvimento do trabalho,

aos colegas e funcionários do Departamento de Engenharia Civil pelo incentivo,

ao Núcleo de Desenvolvimento Tecnológico de Transportes pelo apoio ao trabalho,

a CAPES pelo apoio financeiro,

a Rita Maria Garcia pela sua dedicação na composição gráfica.

## R E S U M O

Os métodos atualmente utilizados para a avaliação econômica de investimentos em rodovias rurais são modelos que avaliam o retorno dos investimentos através de funções determinísticas.

Neste trabalho desenvolveu-se uma adaptação do Método do Valor Agregado à consideração das funções serem aleatórias, incorporando distribuições de probabilidade.

Numa primeira etapa é feita uma análise das distribuições de probabilidades das funções do Método do Valor Agregado.

Segue-se a apresentação do modelo proposto usando análise de sensibilidade que inclui intervalos de probabilidade e respectivos intervalos de retorno, a função distribuição de probabilidade da taxa interna de retorno e a probabilidade da taxa interna de retorno ser negativa.

## A B S T R A C T

The criteria actually used in evaluating the economic aspects of farm-to-market roads are models that evaluate the investment return through deterministic functions.

An adaptation of the Aggregate Value Method was developed where the functions are random variables including probability distributions.

First, a probability distribution analysis was made of the functions of the Aggregate Value Method.

In a second step, the proposed method was presented using sensibility analysis which included probability intervals and the respective return intervals, the probability distribution function of the internal rate of return and the probability that the internal rate of return would be negative. •

## S U M A R I O

|  |      |
|--|------|
| CAPÍTULO I   | Pág. |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 1    |
| 1.1. Objetivo do Estudo .....  | 2    |
| 1.2. Descrição da Organização dos Capítulos .....  | 2    |
| CAPÍTULO II  |      |
| 2. REVISÃO DA LITERATURA EXISTENTE .....   | 3    |
| 2.1. Definição, Classificação e Comparação entre os<br>Conceitos de Benefícios .....                       | 3    |
| 2.2. Métodos Existentes para Rodovias Gerais .....   | 10   |
| 2.3. Metodologias Existentes para Rodovias Rurais ....   | 16   |
| 2.4. Necessidade de se Utilizar o Valor Agregado ....  | 19   |
| 2.5. A Necessidade de se Considerar Risco nos Modelos<br>de Avaliação de Estradas Rurais .....             | 19   |
| CAPÍTULO III   |      |
| 3. METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE RODOVIAS RURAIS CON-<br>SIDERANDO RISCO NO MÉTODO DO VALOR AGREGADO ..... | 22   |
| 3.1. Introdução .....  | 22   |
| 3.2. Determinação do Custo de Construção .....   | 23   |
| 3.3. Determinação do Custo de Manutenção .....   | 25   |
| 3.4. Determinação do Fluxo de Benefícios Diretos ....  | 25   |
| 3.5. Determinação do Benefício do Acréscimo da Produ-<br>ção .....   | 33   |
| 3.6. Análise de Sensibilidade .....  | 51   |
| CAPÍTULO IV  |      |
| 4. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO .....  | 56   |
| 4.1. Localização .....   | 56   |
| 4.2. Coleta e Processamento de Dados .....   | 56   |
| 4.3. Apresentação da Sensibilidade .....   | 62   |
| 4.4. Comparação com o Método do Valor Agregado .....   | 63   |

## CAPÍTULO V

|   |        |
|---|--------|
| 5. CONCLUSÕES .....                         | 64     |
| 5.1. Aplicações do Método .....             | 64     |
| 5.2. Vantagens ao Decisor .....             | 64     |
| 5.3. Sugestões para Pesquisas Futuras ..... | 65     |
| <br>BIBLIOGRAFIA .....                      | <br>66 |
| ANEXO 1 .....                               | 69     |
| ANEXO 2 .....                               | 78     |



GLOSSÁRIO

AASHO - American Association of State Highway Officials

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DER/SC - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina

BIRD/BNDE/DNER - Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento/ Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico/ Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

ACARESC - Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado de Santa Catarina

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Fig. 1 - Classificação Completa dos Efeitos de um Investimento .....              | 9  |
| Fig. 2 - Maneira pelo qual o Melhoramento se Propaga na Economia .....            | 14 |
| Fig. 4 - Avaliação de Projetos de Rodovias Rurais em Região Subdesenvolvida ..... | 20 |
| Fig. 5 - Fluxograma de Cálculos .....   | 24 |
| QUADRO 01 - Custo de Construção .....   | 26 |
| QUADRO 02 - Custo de Conservação .....  | 27 |
| QUADRO 03 - Volume de Tráfego .....   | 29 |
| QUADRO 04 - Volume Diário de Tráfego .....  | 30 |
| QUADRO 05 - Fluxo Futuro de Tráfego .....   | 32 |
| QUADRO 06 - Custos Operacionais .....   | 34 |
| QUADRO 07 - Redução do Custo Operacional por Veículo .....                        | 35 |
| QUADRO 08 - Fluxos dos Benefícios Diretos .....                                   | 36 |
| QUADRO 09 - Fluxo de Benefícios Acumulados .....                                  | 37 |
| QUADRO 10 - Fluxo do Custo da Produção .....                                      | 40 |
| QUADRO 11 - Fluxo da Produção Agrícola .....                                      | 42 |
| QUADRO 12 - Fluxo dos Benefícios Agrícolas .....                                  | 43 |
| QUADRO 13 - Valor da Produção Pecuária .....                                      | 45 |
| QUADRO 14 - Fluxo do Custo da Produção Pecuária .....                             | 46 |
| QUADRO 15 - Fluxo dos Benefícios da Pecuária .....                                | 47 |
| QUADRO 16 - Benefício Agregado da Produção .....                                  | 48 |
| QUADRO 17 - Fluxo Anual de Benefícios .....                                       | 49 |
| QUADRO 18 - Fluxo Anual de Custos .....   | 50 |
| QUADRO 19 - Valor Presente .....  | 52 |
| QUADRO 20 - Análise de Sensibilidade .....  | 53 |

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO

A pobreza a que estão sujeitas centenas de milhões de pessoas é um dos principais problemas mundiais, de cuja solução em prazo não longo dependerá a sobrevivência humana neste planeta.

Segundo estatísticas, crê-se que cerca de 650 milhões de habitantes de países subdesenvolvidos vivem em estado de pobreza absoluta com renda per capita inferior a 50 dólares. Outros 100 milhões vivem em pobreza relativa com renda pouco superior a 50 dólares. Destes 750 milhões de pobres 80% vivem em regiões rurais. Estes números atestam a importância de programas de desenvolvimento rurais pelos governos de países subdesenvolvidos para melhorar a vida destes pobres num prazo não longo.<sup>1</sup>

Um dos possíveis obstáculos ao desenvolvimento das regiões rurais é a falta de estradas que permitam oferecer tráfego permanente de veículos, que as integrarão ao resto do país proporcionando escoamento da produção e comunicação social e política.

Grandes investimentos em obras em regiões desenvolvidas podem significar pequeno acréscimo de bem-estar aos usuários se comparados ao grande acréscimo de bem-estar aos usuários do sistema rudimentar rural que sofre alguma melhoria. Estes grandes investimentos propiciam poucos quilômetros de rodovias de alto padrão e

---

<sup>1</sup> SCHÜHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas para complementar os métodos para avaliação de estradas em regiões rurais. Rio de Janeiro, Centro João XXIII, 1976.

podem construir centenas de quilômetros de rodovias de baixo padrão necessários para o desenvolvimento rural de vastas regiões.

### 1.1. Objetivo

Pretende-se com este estudo oferecer uma metodologia alternativa de avaliação de rodovias rurais utilizando na análise a decisão sob condição de risco. Pretende-se alcançar uma metodologia simples que permita ser aplicada a baixo custo mas que ofereça a informação adicional da variação (dispersão) em torno de valores médios.

### 1.2. Descrição da Organização dos Capítulos

O trabalho foi estruturado em cinco capítulos de forma a permitir uma evolução contínua do estudo.

O capítulo I consiste numa introdução ao assunto, onde é externado o objetivo do trabalho.

No capítulo II efetuar-se-á uma revisão da literatura existente. Apresentar-se-ão definições, classificações e comparações entre os vários conceitos de benefícios. Será dado um breve apanhado dos métodos existentes para avaliação de rodovias gerais e especificamente para rodovias rurais, focalizar-se-á a necessidade do uso do valor agregado da produção e do uso de análise sob condição de risco neste modelo de avaliação de rodovias.

No capítulo III será estabelecido o modelo proposto. Inicialmente se fará um breve estudo das propriedades das variáveis aleatórias e da análise de investimento sob risco. Estudar-se-ão as variáveis de custo de construção, custo de manutenção da rodovia, redução do custo operacional ao tráfego, acréscimo do valor agregado da produção tentando avaliar o valor esperado e a variância. Terminar-se-á por apresentar uma análise de sensibilidade sob condição de risco.

No capítulo IV far-se-á a aplicação da metodologia a uma situação real de uma rodovia no Estado e concluir-se-á sobre a conveniência ou não dos investimentos com base na metodologia.

No capítulo V serão tecidas considerações sobre as conclusões, aplicabilidade do método, bem como sugestões para outras pesquisas.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISÃO DA LITERATURA SOBRE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE RODOVIAS

De um modo geral, observa-se que a literatura estabelece seus objetivos sob duas orientações quanto à avaliação econômica de rodovias. Existem trabalhos que os ocupam de fornecer metodologias para avaliar os efeitos econômicos de um projeto de investimento antes que o mesmo seja implantado. São metodologias que pretendem fornecer ao investidor conhecimento do retorno.

Outros trabalhos objetivam mensurar os efeitos posteriores à implantação do projeto de investimento, são pesquisas promovidas por órgãos públicos para avaliar os efeitos realmente ocorridos no meio ambiente do projeto.

#### 2.1. Definição, Classificação e Comparação entre os Conceitos de Benefícios

Num sentido amplo, um benefício é um valor que retorna a uma determinada pessoa física ou jurídica, pública ou privada, em consequência de uma determinada ação modificando os valores que já dispõe.<sup>2</sup>

Um benefício pode ser considerado como a soma de efeitos que afetam esta pessoa, que podem ser positivos ou negativos. É lógico que qualquer projeto de investimento pretende alcançar benefícios positivos à pessoa almejada, mas não se pode esquecer que

---

<sup>2</sup> ODIER, Lionel. Os benefícios econômicos das realizações rodoviárias. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 1970. Publicação nº 512.

certas consequências são de natureza tal que acarretam benefícios negativos, tal como o aumento de ruído produzido por veículos rodoviários numa estrada implantada próxima a uma residência.

O conceito de benefício foi definido de um modo economicamente preciso em 1844 por DUPUIT como sendo a utilidade de um bem ou serviço o preço máximo que se estaria disposto a pagar para obtê-lo. É um valor meramente subjetivo que varia de indivíduo a indivíduo e segundo a quantidade que já possui.<sup>3</sup>

O presente trabalho busca analisar os efeitos quantificáveis da implantação de projetos rodoviários antes que os mesmos sejam realizados. Assim busca-se a relação existente entre o valor presente dos custos e o valor presente dos benefícios destes investimentos durante um horizonte de planejamento.

A American Association of State Highway Officials (AASHO)<sup>4</sup> definiu em 1952 a relação benefício/custo, ou coeficiente de utilidade de uma obra rodoviária como sendo o quociente entre a diferença dos valores anuais dos benefícios aos usuários e a diferença dos custos anuais:

$$R = \frac{B_2 - B_1}{C_2 - C_1} \quad (1)$$

onde  $B_1$  = benefícios no ano 1

$B_2$  = benefícios no ano 2

$C_1$  = custos no ano 1

$C_2$  = custos no ano 2.

<sup>3</sup> ODIER, Lionel. Os benefícios econômicos das realizações rodoviárias. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 1970. Publicações nº 512.

<sup>4</sup> Ibid.

Os benefícios e os custos são calculados para um ano de referência, geralmente o de abertura da rodovia.

De acordo com a definição acima se um empreendimento apresenta um coeficiente maior que a unidade ele é rentável, justificando-se portanto a sua concretização.

#### 2.1.1. Os Três casos de Rodovias

Raramente é possível se considerar um investimento em obras rodoviárias isoladamente: pode ser o mais relevante para o desenvolvimento de uma comunidade, mas não será certamente o único e o suficiente.

Duas dimensões devem ser consideradas nos trabalhos de avaliação e preparação de projetos rodoviários, (o que constitui a principal deficiência dos métodos atuais), interrelacionadas na análise:

- a) Os benefícios diretos dos investimentos rodoviários.
- b) O impacto dos investimentos rodoviários na produção.

O tipo de análise utilizada na avaliação de projetos rodoviários depende do nível atual de atividade econômica na área de influência da rodovia.<sup>5</sup>

Uma rodovia melhorada propiciará melhor condição de tráfego, o que elevará o nível de atividade econômica e gerará mais tráfego. Assim o principal determinante de tráfego é o nível de atividade econômica.

Numa análise entre as duas dimensões, a primeira representada pelo benefício da redução do custo ao tráfego e a segunda representada pelo impacto de desenvolvimento da comunidade, pode-se verificar que o benefício da redução do custo do tráfego é relevante para a avaliação de investimento em uma rodovia a ser implantada numa região de "alta atividade" econômica, ao passo que o benefício do impacto de desenvolvimento é relevante para uma rodovia

---

<sup>5</sup> SCHÖHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas para complementar os métodos para avaliação de estradas em regiões rurais. Rio de Janeiro, Centro João XXIII, 1976.

a ser implantada numa região de "baixa atividade" econômica que atuará como fator gerador de tráfego.<sup>6</sup>

Desta forma, os investimentos em uma rodovia que atende uma região industrializada terá seu benefício relevante a redução do custo ao tráfego, redução no tempo de viagem, redução do número de acidentes, não representando significativo acréscimo na atividade econômica da região.

Por outro, os investimentos na implantação de uma rodovia numa região com valor da produção inexpressivo terá como benefício relevante o impacto na produção que promoverá aumento do valor da produção, propiciará a geração de tráfego; e o benefício da redução do custo do tráfego será certamente pouco relevante.

Com base neste aspecto pode-se classificar as rodovias rurais em três casos, para fins de proposição de metodologia de avaliação:<sup>7</sup>

CASO I - Rodovias em região com alto nível de atividade econômica, onde a redução do custo ao tráfego é relevante e suficiente para justificar o investimento.

CASO II - Rodovias em região intermediária, onde o benefício da redução do custo ao tráfego não é suficiente para justificar o investimento, tornando-se necessário utilizar o tráfego gerado também.

CASO III - Rodovias em região não desenvolvida, caracterizada por baixo nível de atividade econômica, onde a rodovia atuará como condição essencial para iniciar ou acelerar a atividade produtiva, cujo benefício relevante será o acréscimo na renda regional.

---

<sup>6</sup> Quando SCHÖHL se refere, na obra supra citada, a uma região de "alta atividade econômica" e "baixa atividade econômica" não estabelece um limite de distinção entre ambas. Para este trabalho, pode-se admitir que numa região que provoque tráfego médio diário superior a 400 veículos será de "alta atividade econômica" e tráfego médio diário inferior a 400 veículos será de baixa atividade econômica".

<sup>7</sup> SCHÖHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas para complementar os métodos para avaliação de estradas em regiões rurais. Rio de Janeiro, Centro João XXIII, 1976.



A situação das rodovias do Caso I é muito comum em áreas de desenvolvidas de países subdesenvolvidos. Os benefícios considera dos como poupanças aos usuários da rodovia consistem na redução do custo do tráfego. Os métodos convencionais de avaliação justi ficam economicamente a rodovia com base apenas no tráfego normal e seu crescimento vegetativo.

A análise econômica para as rodovias classificadas no Caso III deverá seguir método diferente, uma vez que uma região de baixo nível de atividade econômica o tráfego existente é pequeno, não se justificando a implantação da rodovia pelo método conven cional. Num caso extremo sequer existirá tráfego e nem meios de transportes. Assim o investimento se justifica inteiramente pelos benefícios de desenvolvimento, representado pelo acrêscimo do va lor agregado da produção, cujo prognóstico só poderá ser feito com base em informações sobre a atividade econômica na área do projeto. A acurácia deste prognóstico dependerá do estudo do po tencial de crescimento da atividade econômica da região.

Deve-se tomar precaução na análise de investimento em rodo vias deste tipo para não tomar a noção pré-concebida de serem os investimentos rodoviários os únicos capazes de provocarem o desen volvimento.<sup>8</sup>

A carência de investimentos simultâneos em outros setores podem representar um gargalo ao desenvolvimento, tais como, ener gia elétrica, serviços de crédito agrícola, armazenamento, etc...

Propõe-se, então, que em áreas com baixo nível de ativida de econômica a viabilidade e a eficácia dos investimentos rodoviá rios sejam analisados de tal forma que examine integralmente as funções de produção locais e indique os investimentos adicionais que serão necessários para alcançar aumento adequado na produção.

A série de benefícios líquidos do projeto consistirá no va lor agregado incremental líquido de produção na área, incluindo-se nos custos os investimentos paralelos.

---

<sup>8</sup> SCHÜHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas pa ra complementar os métodos para avaliação de estradas em re giões rurais. Rio de Janeiro, Centro João XXIII, 1976.

### 2.1.2. Confusão Existente na Literatura:

A literatura existente é clara no trato das metodologias para a avaliação das rodovias do Caso I onde o benefício relevante é o representado pela poupança auferida pelos usuários nos custos ao tráfego.

Para as rodovias do Caso III onde devem ser avaliados todos os efeitos resultantes possíveis é que surgem divergências na classificação dos efeitos.

As categorias de benefícios mais comuns na literatura são: benefícios diretos e indiretos, primários e secundários, privados e sociais, tangíveis e intangíveis, financeiros e econômicos, etc...

Nestas diferentes categorias existem superposições de efeitos na mesma categoria; a classificação não é completa e se desconsideram os efeitos dinâmicos da Economia. E, ainda, os critérios não são bem claros quanto aos objetivos a que cada efeito deve ser avaliado.

Cuidado especial deve ser adotado para evitar a contagem dupla do mesmo efeito.

### 2.1.3. Classificação dos Efeitos Relevantes

Uma tentativa de reduzir a confusão existente na classificação dos efeitos relevantes foi apresentada por SCHÜHL e LEITÃO<sup>9</sup> que consiste na definição de quatro pares independentes de efeitos de tal forma que apenas as categorias de mesmo par sejam mutuamente exclusivos. A figura nº 1 visualiza esta classificação. Os efeitos estão assim definidos:

Efeitos Econômicos - São aqueles que representam acréscimos ou decréscimos na quantidade de bem-estar econômico.

Efeitos Não-Econômicos - São aqueles que representam a variação numa função objetiva não econômica, por exemplo, efeitos sociais, políticos, ambientais.

---

<sup>9</sup> SCHÜHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas para complementar os métodos para avaliação de estradas em regiões rurais. Rio de Janeiro, Centro Joao XXIII, 1976.

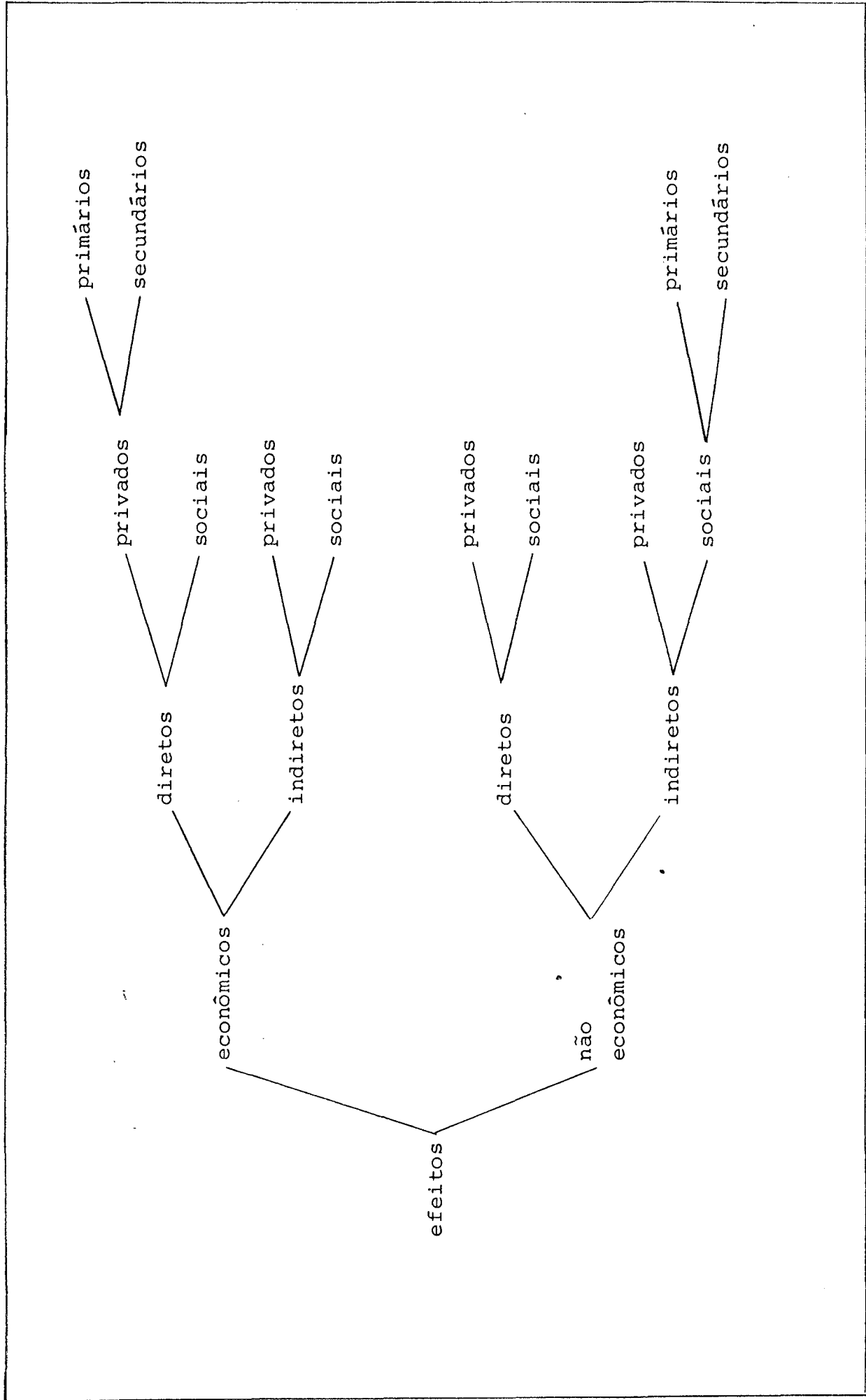


Fig. 1 - Classificação Completa dos Efeitos de um Investimento

Efeitos Diretos - São aqueles que correspondem aos objetivos inicialmente visados pelo planejamento.

Efeitos Indiretos - São aqueles que não estão nos objetivos do planejamento mas podem ocorrer sem qualquer ônus adicional.

Efeitos Privados - São aqueles referidos aos próprios indivíduos ou firmas isoladamente (nível micro):

Efeitos Sociais - São aqueles que atingem a comunidade como um todo.

Efeitos Primários - São aqueles que ocorrem diretamente à própria ação realizada.

Efeitos Secundários - São aqueles relativos a reutilização das poupanças dos efeitos primários.

No entanto, esta classificação ainda não permite estabelecer nítida diferenciação entre efeitos indiretos e efeitos diretos secundários. Por exemplo, o efeito da reutilização da poupança auferida pelos usuários oriunda da redução do custo do tráfego na aquisição de novos equipamentos agrícolas seria classificado como efeito econômico direto privado secundário. Outrossim, a aquisição de novos equipamentos agrícolas pelos usuários pode não estar nos objetivos do planejamento e seria classificado como efeito econômico indireto privado.

Para este trabalho admitir-se-á como efeitos de interesse os efeitos econômicos diretos e indiretos considerando a comunidade como um todo, não efetuando distinção entre efeitos primários e secundários.

## 2.2. Métodos Existentes para Rodovias Gerais

Este trabalho fará referência a dois métodos de avaliação de rodovias, o primeiro por ser o mais utilizado e o segundo por ser o teoricamente mais interessante.

### 2.2.1. Método da Redução do Custo Operacional do Transporte

O custo operacional do transporte em uma rodovia é a soma

dos seguintes custos:<sup>10</sup> Custos de Capital, Custos de Conservação e Administração e Custos de Operação do Tráfego na Rodovia, aí compreendidos os ligados ao Custo Operacional dos veículos, tempo de viagem e segurança.

O método consiste em avaliar os custos em duas situações: a primeira, considerando o sistema atual, computa os custos de construção e administração e os custos de operação dos veículos em um período de anos igual ao que se pretende projetar o investimento. A segunda considerando a implantação do projeto computa os custos de construção, os custos de administração e conservação, no mesmo período do projeto.

Através da projeção do crescimento do tráfego o método avalia os benefícios que os usuários terão no decorrer dos anos com a redução de seus custos de operação uma vez que seus veículos consumirão menos combustível, gastarão menos tempo no percurso e tráfegarão com mais segurança.

Ter-se-á uma série de custos e uma série de benefícios atuais. A comparação será feita pela taxa interna de retorno ou pela relação benefício/custo a uma determinada taxa mínima de atratividade.

O método da redução do custo de transporte tem sido usado correntemente para avaliar tanto rodovias troncais como rodovias rurais. A principal deficiência deste método é que o torna inadequado para a avaliação de rodovias rurais, é não considerar os efeitos secundários e os efeitos não econômicos do melhoramento rodoviário, e são justamente aqueles que podem ser decisivos no caso das rodovias rurais. Normalmente não se constrói uma rodovia numa região rural para reduzir os custos no transporte e o tempo de viagem, mas sim para promover o desenvolvimento da região por ela servida. Investe-se em potencial de produção da região.

#### 2.2.2. Método do Acréscimo da Renda Nacional ou Regional

Em geral o indicador do bem-estar econômico da população de

---

<sup>10</sup> ODIER, Lionel. Os benefícios econômicos das realizações rodoviárias. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 1970. Publicações nº 512.

um país é a renda nacional ou a renda per c  pita. No entanto, este não   de todo satisfatório, uma vez que alguns elementos de bem-estar (por exemplo, lazer, ar, ruído) não se medem pela renda nacional. E, ainda, objetivos sociais, políticos são difíceis de serem mensuráveis monetariamente. A renda mede apenas efeitos econômicos do investimento.

O método consiste na medida do acréscimo na renda nacional ou regional devido ao investimento de transporte e em atividades complementares representadas por serviços de extensão rural, eletrifica  o rural, etc...

Procura-se descrever as condi  o  es de produ  o da região do projeto através de uma matriz de insumo-produto para a situa  o "sem" os investimentos da qual o transporte   um de seus subsectores e de outra matriz de insumo-produto para a situa  o "com" os investimentos. O benefício   o acréscimo na renda regional verificado pelo uso dos investimentos.

Uma vantagem importante de abordar a renda nacional ou regional   que   quase impossível ignorarem-se os investimentos complementares ao se computar a renda.

### 2.2.3. Aplica  o do Método da Renda Nacional ou Regional

A metodologia utilizada normalmente   a seguinte:

a) Defini  o da região econômica afetada pelo investimento através de limites geográficos além dos quais o efeito na produ  o será insignificante.

b) Proje  o do acréscimo na renda Nacional ou Regional que resultaria no investimento na rodovia e complementares, constituído na diferença entre as estimativas da renda "sem" o projeto e "com" o projeto.

A análise da proje  o bruta da produ  o baseia-se num levantamento do potencial de produ  o física na área de influência, do potencial de mercado e dos planos de investimento do governo e da indústria privada. A produ  o bruta poderá ser avaliada a preços FOB na fazenda.

O acréscimo na renda nacional ou regional para a economia como um todo não   igual ao acréscimo no valor bruto da produ  o pois

calculado assim pode refletir simplesmente aquisições feitas a outras indústrias, tanto dentro como fora da área de influência. A renda líquida de cada setor ou indústria poderá ser determinado da seguinte maneira:

onde (2)

VAS = Valor Agregado Setorial

PB = Produto Bruto

ABI = Aquisições de bens intermediários

SAL = Salário

J(RIR) = Juros sobre recursos inseridos  
na região

#### c) Cálculo do Benefício Total:

O benefício total dos investimentos será:

$$ATR = \sum_{i=1}^n AVAL_i \quad (3)$$

onde

ATR = Acréscimo total na renda

$AVAL_i$  = Acréscimo no valor agregado líquido de ca  
da sub-setor

O procedimento adotado no modelo HARVARD<sup>11</sup> representado na figura nº 2 mostra a maneira como se chegã ao acréscimo do Produto Nacional ou Regional a partir de um melhoramento efetuado no sistema de transporte. O fluxograma mostra como o cálculo poderá ser feito completa e detalhadamente.

---

<sup>11</sup> SCHÜHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas para complementar os métodos para avaliação de estradas em regiões rurais. Rio de Janeiro, Centro João XXIII, 1976.

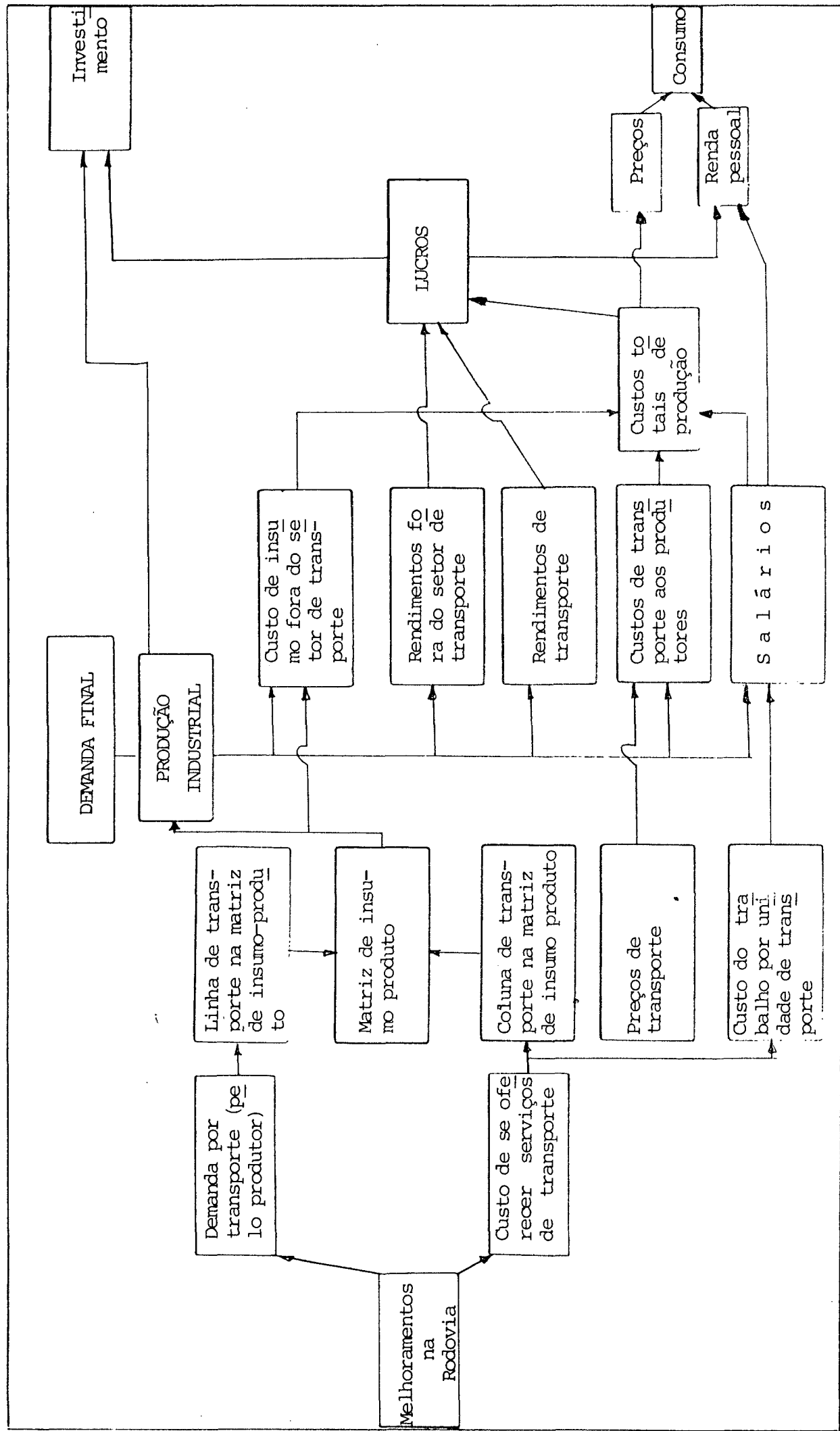


Fig. nº 2 - Maneira pela qual o melhoramento se propaga na economia



#### 2.2.4. Mensuração das Reduções de Custos

A mensuração das reduções de custos segue normalmente a seguinte sequência de procedimentos<sup>12</sup>:

- a) Determinação da velocidade mais econômica para cada tipo de veículo que usa ou vai usar a rodovia.
- b) Determinação do consumo de combustível e lubrificante e do desgaste dos veículos por quilômetro ideal rodado.
- c) Determinação da depreciação dos veículos.
- d) Determinação do custo de licenciamento e seguros.
- e) Salários de motoristas.
- f) Administração e eventuais.
- g) Cálculo do comprimento fictício da estrada existente em termos de rodovia padrão.
- h) Cálculo do comprimento da rodovia projetada em termos de rodovia padrão.
- i) Projeção do tráfego.
- j) Contagem volumétrica do tráfego.
- l) Projeções das séries anuais de reduções dos custos operacionais.
- m) Cálculo dos custos de conservação e manutenção da rodovia "sem" e "com" os investimentos.
- n) Determinação dos custos de construção.
- o) Determinação da taxa interna de retorno.

Órgãos públicos federais e estaduais tem utilizado esta metodologia, tanto que faz parte de seus manuais<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM, SANTA CATARINA. Metodologia - Programa de Rodovias Vicinais, estudo de viabilidade econômica, s. d. V.2

<sup>13</sup> DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, BRASIL. Manual de custos operacionais. Rio de Janeiro, 1976.

### 2.2.5. Avaliação de Aplicabilidade do Método da Renda Comparado com o Método da Redução do Custo do Transporte.

O método da renda nacional no modelo HARVARD não foi até o momento aplicado em análise "ex-ante" o que constitui um obstáculo a adoção. Através de um modelo de simulação do sistema de transporte interrelacionado com a economia pode-se acompanhar a evolução ano a ano do acréscimo do valor agregado devido ao investimento e dos benefícios medidos na forma de poupanças auferidas pelos usuários.

Para que se possa determinar em quanto o acréscimo no valor agregado supera o benefício medido pela poupança auferida pelos usuários da rodovia e qual dessas medidas pode ser estimada com maior precisão o procedimento mais exequível parece ser acompanhamento ano a ano de sua evolução. Assim a pré-avaliação poderá ser comparada posteriormente com os valores ocorridos. O conhecimento que se teria de transformações realmente ocorridas na economia da região permite que modelos auxiliares sejam alimentados com dados mais fidedígnos de forma a diminuir o grau de incerteza.

O modelo da renda nacional ou regional sugerido por HARVARD<sup>14</sup> leva vantagem para a aplicação em rodovias rurais uma vez que se trata a região como um todo, tornando-se quase impossível tratar os investimentos rodoviários isoladamente. Mas a carência de dados, a complexidade da economia e o alto custo da aplicação o tornam inadequado a aplicação direta na avaliação de rodovias rurais.

O método da redução dos custos adequado a regiões de alto tráfego, torna-se inadequado para região com baixo nível de atividade econômica onde o tráfego é insignificante e não considera o impacto na produção local.

### 2.3. Metodologias Existentes para Estradas Rurais

Tem-se aplicado metodologia de avaliação de rodovias em geral para o caso das rodovias rurais. Como as rodovias em região não desenvolvida apresentam um tráfego pequeno tornam-se inviáveis se

---

<sup>14</sup> SCHÖHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas para complementar os métodos para avaliação de estradas em regiões rurais. Rio de Janeiro, Centro João XXIII, 1976.

avaliadas pela redução do custo ao tráfego simplesmente. Assim torna-se necessário avaliar mormente os efeitos de desenvolvimento da implantação da rodovia. Nesta seção pretende-se referir a dois métodos distintos para rodovias rurais.

### 2.3.1. Método de Custo-Eficácia para Avaliação de Estradas Rurais

O método Custo-Eficácia considera uma abordagem mais ampla de todos os impactos do investimento e não apenas os econômicos como na análise de benefício-custo. Os efeitos são tratados sob a ótica de múltiplos objetivos dividindo-se em favoráveis e desfavoráveis à execução da obra. Existe a possibilidade de se avaliar todas as desvantagens e não somente o custo de construção e manutenção da rodovia. Classificam-se entre os objetivos tanto os benefícios expressos pela redução do custo ao tráfego e/ou valor agregado da produção como efeitos políticos sociais, ecológicos.

Expressam-se os objetivos por um ou mais critérios, que não são quantificados obrigatoriamente em moeda, podendo até ser de consulta verbal. Podem ser expressos em termos quantitativos como quantidade produzida ou número de pessoas matriculadas em escolas, etc...

O método de Custo-Eficácia foi apresentado por PEREIRA, William<sup>15</sup> com muita propriedade.

Mesmo os modelos mais completos não são suficientes para avaliação de rodovias rurais do Caso III pois não se pode traduzir num valor agregado todos os efeitos econômicos, em parte por falta de metodologias adequadas e em parte por falta de dados disponíveis<sup>16</sup>. E, ainda, alguns efeitos afetam diretamente um objetivo social e não indiretamente, via acréscimo do valor agregado.

---

<sup>15</sup> PEREIRA, William A. O uso do Custo-Eficácia para avaliação de impactos de estradas vicinais. Rio de Janeiro, COPPE, 1975. Tese de Mestrado.

<sup>16</sup> SCHÜHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas para complementar os métodos para avaliação de estradas em regiões rurais. Rio de Janeiro, Centro João XXIII, 1976.

Uma proposta de um modelo simplificado e com critério de ponderação foi apresentado por SCHÖHL<sup>17</sup> no qual se estabelece uma ponderação de 60% para critérios econômicos distribuídos em 20% para os custos operacionais no setor exceto na produção agrícola 10% para custos de conservação da rodovia e 30% para o valor agregado da produção e a ponderação de 40% para critérios não econômicos, distribuídos em 15% para emprego, 15% para acesso a escola, 5% para acesso ao sistema de crédito, e 5% para acesso a assistência médica.

Pesam como desvantagens do método de custo-eficácia as exigências de critérios econômicos pelos Bancos de Desenvolvimento que trabalham em bases de economia privada. Portanto, não aceitam um modelo de custo-eficácia que avalie unicamente com medidas de utilidades. Somente os órgãos públicos poderiam usar um modelo de custo-eficácia pois não dependeriam da economia privada, definindo uma medida de eficácia mínima que substituiria a medida de rentabilidade mínima de capital (taxa de custo de oportunidade de capital) que é usualmente escolhida pelas agências financiadoras atuais, como o Banco Mundial.

### 2.3.2. Método do Valor Agregado

Resumidamente, o método do valor agregado solicitado no 2º Programa de Rodovias Vicinais<sup>18</sup> consiste no levantamento atual da produção local, na área de influência e sua projeção para os próximos 10 anos (horizonte de planejamento) na situação "sem" e "com" os investimentos. Usar-se-á uma projeção para a situação "sem" considerando o crescimento vegetativo e uma projeção "com" considerando o crescimento na condição de serem as produções alteradas por efeito dos investimentos na rodovia. Determinar-se-á a renda gerada para

<sup>17</sup> SCHÖHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas para complementar os métodos para avaliação de estradas em regiões rurais. Rio de Janeiro, Centro João XXIII, 1976.

<sup>18</sup> BANCO INTERNACIONAL DE RECONSTRUÇÃO DE DESENVOLVIMENTO, 2º Manual de Rodovias Vicinais, Rio de Janeiro, 1979.

as duas situações, incluindo, outros investimentos também necessários para atingir a produção.

O benefício em valores correntes, isto é, o valor agregado da produção, será a diferença entre a renda gerada na situação "com" o projeto menos a renda gerada "sem" o projeto, figura nº 3.

#### 2.4. Necessidade de se Utilizar o Valor Agregado

A maioria das rodovias do Caso III apresentará imperfeições de mercado e carência de fluxo de tráfego para se justificar o investimento através das reduções de custo ao tráfego. Certamente ninguém investiria em rodovias em regiões não desenvolvidas para obter o benefício da redução dos custos ao tráfego se não houver tráfego. Será, portanto, através da avaliação de outros parâmetros que se poderá justificar o investimento na rodovia.

Atualmente, os órgãos agenciadores de fundos para rodovias na área rural estão apostando no potencial de produção da área de influência. A decisão de investimento será predominantemente por critério econômico. Logo, a avaliação do acréscimo do valor agregado da produção é que propiciará meios de avaliação econômica.

#### 2.5. A Necessidade de se Considerar Risco nos Modelos de Avaliação de Estradas Rurais.

Por melhores que sejam as estimativas das variáveis custos e benefícios de um projeto, são variáveis aleatórias e como tal devem ser tratadas. O grau de confiabilidade destas variáveis poderia ser muito pequeno. Frequentemente os orçamentos são ultrapassados em valores que atingem até o dobro do estimado. Existem muitíssimos casos em que as estimativas carecem de qualquer acurácia. Assim o conhecimento da distribuição de probabilidade destas variáveis trará maiores informações para o decisor<sup>19</sup>.

Quando se conhecem os elementos suficientes para a determinação da distribuição da probabilidade de cada uma das variáveis,

---

<sup>19</sup> SCHÜHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas para complementar os métodos para avaliação de estradas em regiões rurais. Rio de Janeiro, Centro João XXIII, 1976.

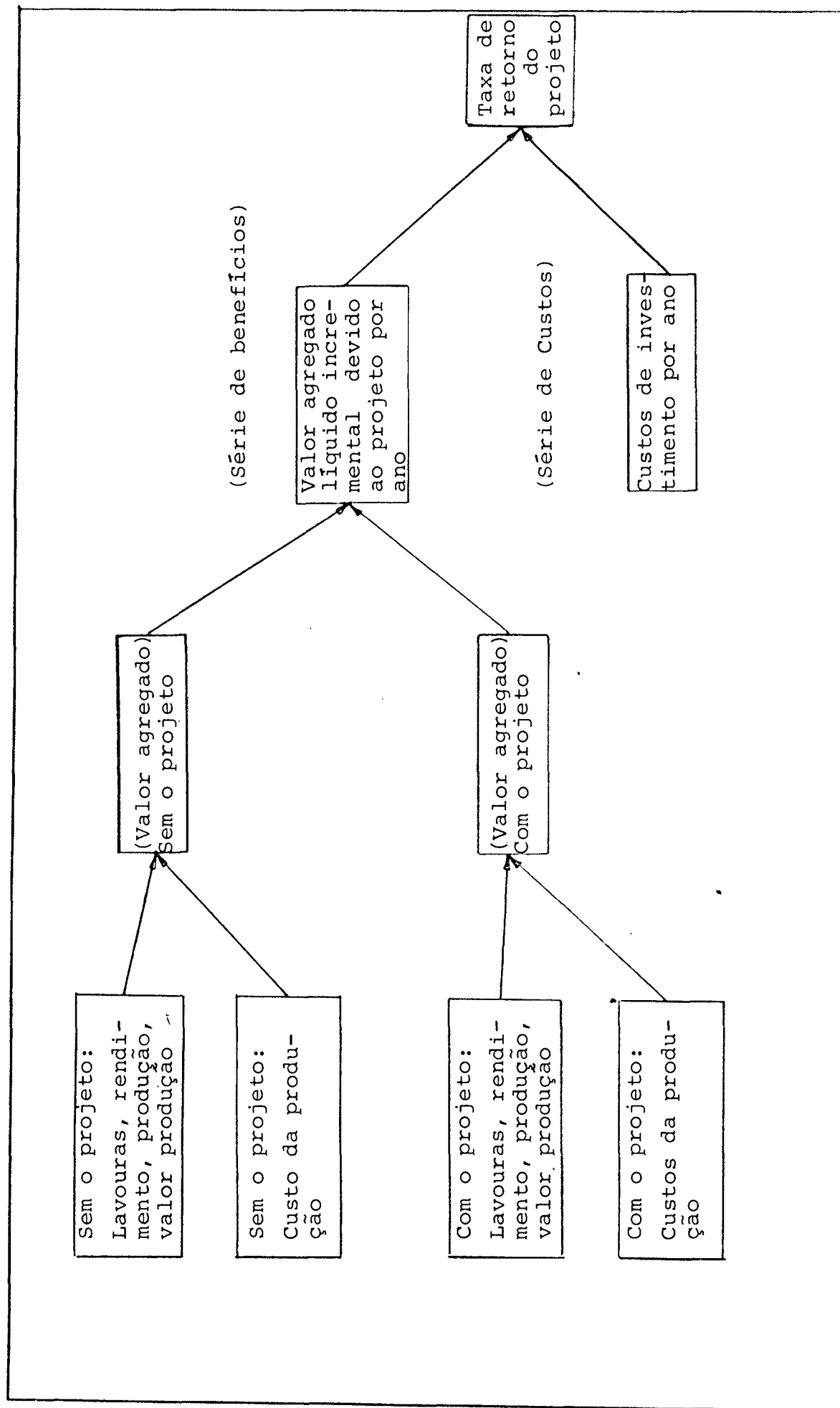


Fig. 3 - Avaliação de Projetos de Rodovias Rurais em Região subdesenvolvida.

conhece-se o risco associado a cada decisão e determina-se o valor esperado e o intervalo de variação. A dificuldade básica de considerar riscos nos modelos de avaliação é a carência de conhecimento destas funções.

Para o caso de rodovias em regiões rurais, praticamente todos os dados para se estimar o valor agregado incremental serão levantados no campo devido a inexistência de dados sobre os setores primários. Algumas variáveis podem ser avaliadas com acurácia por peritos regionais, outras assumiriam valores com alto grau de incerteza.

Precisa-se portanto, de uma metodologia simplificada de análise de rodovias que insira risco.

No caso brasileiro, a maioria dos projetos rodoviários mormente as rodovias vicinais, necessitam de levantamentos de campo para configurarem o acréscimo de produção através de amostras de produção, de rendimento e de custos primários. Provavelmente os custos do levantamento não serão aumentados sensivelmente se incluir a determinação da variância além do valor esperado.

Pretende-se, portanto, inserir a utilização da variância na estimativa do valor agregado pela metodologia recomendada pelo Banco Mundial para o programa de rodovias vicinais no Brasil.

### CAPÍTULO III

## 3. METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE RODOVIAS RURAIS CONSIDERANDO RISCO NO MÉTODO DO VALOR AGREGADO

### 3.1. INTRODUÇÃO

O método atual adotado pelo Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento para avaliação econômica de rodovias rurais é um modelo determinístico tanto na quantificação dos custos no tráfego como na quantificação do valor agregado da produção na área de influência do projeto baseado em valores médios. Sabe-se, no entanto, que representam modelos de expectância, uma vez que o uso da média não explicita uma maneira de se medir a amplitude de variação ou seja o desvio padrão.

Pretende-se inserir no método do valor agregado uma possível distribuição de valores nas estimativas através da medida da dispersão destes valores. O método do valor agregado passará a representar um modelo probabilístico, ampliando a análise de sensibilidade dos investimentos.

Na análise de investimentos sob condição de risco convém configurar o que se entende por decisão sob condição de risco e decisão sob condição de incerteza, estabelecendo a diferença entre ambos.

Nas decisões sob condição de risco o decisor conhece algumas informações parciais a respeito dos possíveis estados da natureza que possam ocorrer. O decisor não conhece qual o resultado que irá ocorrer mas conhece a distribuição de probabilidade das possíveis ocorrências.



Seja, por exemplo, a análise de um projeto de investimento onde, de experiências anteriores e de entrevistas com especialistas, chega-se a conclusão que o retorno do projeto obedece a uma distribuição normal de probabilidade. Nesta situação o decisor desconhece antecipadamente qual será o valor do retorno do investimento, mas sabe quais as chances da ocorrência de cada possível retorno, sabe que com determinada probabilidade ocorrerá um certo intervalo de retorno. Nas decisões sob condição de incerteza a situação já não é tão clara. No sentido restrito, entende-se que o decisor desconhece completamente as probabilidades de ocorrência de qualquer um dos possíveis resultados.

Na grande maioria dos problemas de análise de investimento tem-se alguma informação a respeito dos possíveis resultados. Desta forma, o presente trabalho pretende ocupar-se da análise dos investimentos como uma decisão sob condição de risco.

A diferença entre condição de risco e incerteza é que na condição de risco o decisor conhece as probabilidades de ocorrência e na condição de incerteza o decisor desconhece as probabilidades de ocorrência<sup>20</sup>.

A figura nº 4 estabelece o fluxograma dos passos dos cálculos do modelo.

### 3.2. Determinação do Custo de Construção

A Norma do Projeto Geométrico de Rodovias do DNER define uma classificação de rodovias que estabelece características físicas e operacionais da rodovia. Uma rodovia com características físicas melhores apresenta maiores custos de construção e maior capacidade de tráfego. Desta forma, a rodovia terá uma classificação coerente com o serviço que se espera dela, representado pelo volume de tráfego.

---

<sup>20</sup> ENSSLIN, Leonardo. Análise de Investimento. Florianópolis, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, s.d. Artigo Técnico.

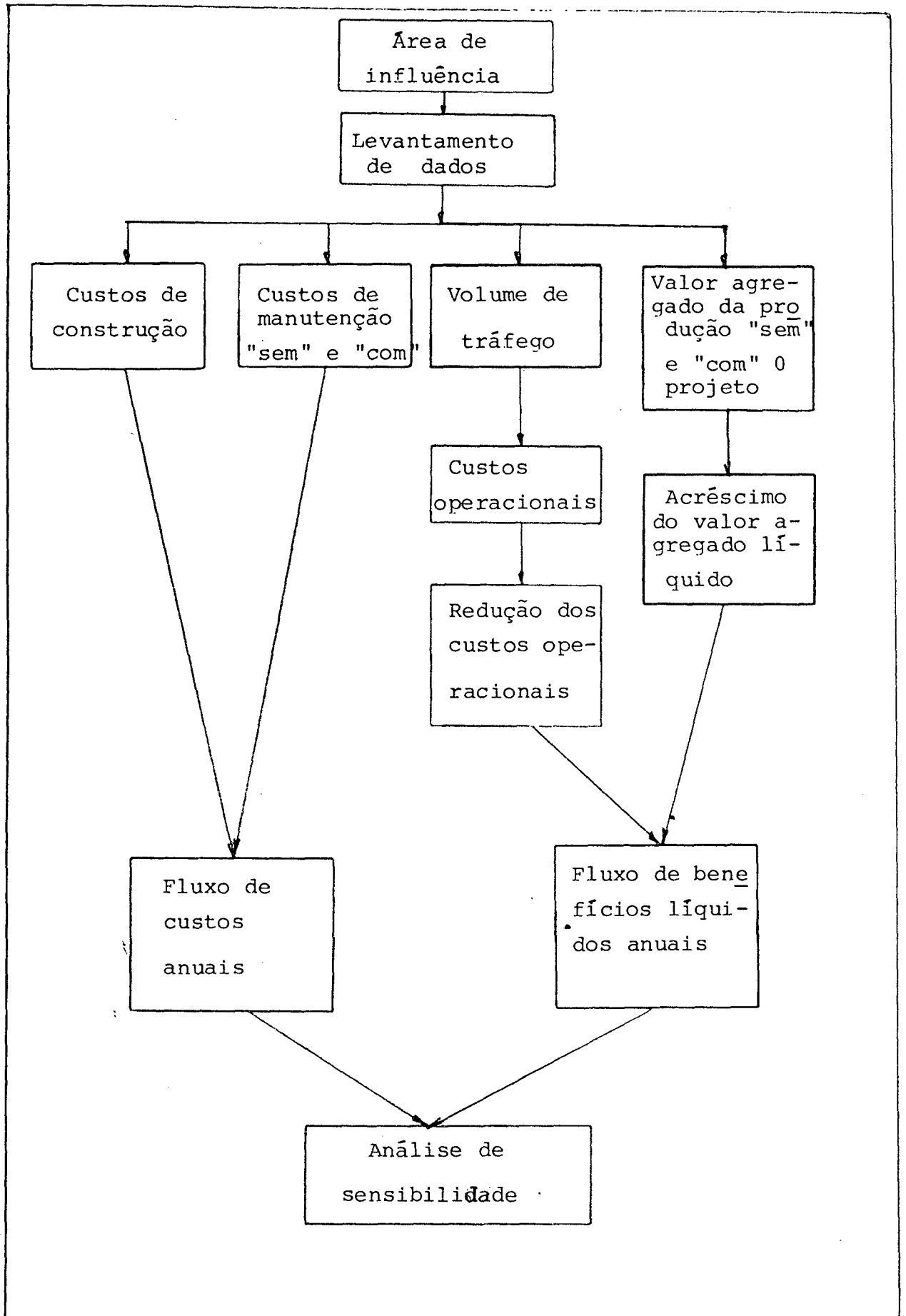


Fig. nº 4 - Fluxograma de cálculos

O presente trabalho pretende obter os custos de construção através de um tratamento estatístico de séries históricas de custos de construção de rodovias já implantadas.

Adotar-se-ão a média e a variância amostrais para representar a função distribuição do custo de construção de um quilômetro de rodovia de determinada classe<sup>21</sup>.

Os cálculos serão efetuados na forma do quadro nº 01.

### 3.3. Determinação do Custo de Manutenção

O custo de manutenção ou de conservação de uma rodovia varia em função da categoria da rodovia, da topografia da região, dos índices de chuvas, etc...

Os custos de manutenção da rodovia serão obtidos do tratamento estatístico de séries históricas de conservação de rodovias do tipo da atual e do tipo da que se pretende implantar.

Representar-se-á a função distribuição de probabilidade do Custo de Manutenção através da média e variância amostrais do custo de manutenção de um quilômetro de determinada rodovia e determinado tipo de pavimentação, através do tratamento estatístico de séries históricas. Os cálculos serão efetuados na forma do quadro nº 02.

### 3.5. Determinação do Fluxo de Benefícios Diretos

Admitir-se-á como benefício direto aos usuários da rodovia como sendo a redução do custo ao tráfego no trecho em estudo. Após a construção da rodovia os usuários terão menos custos para se deslocarem entre os mesmos pontos. Essa diminuição de custo representa um acréscimo poupança do usuário e será determinado pelo volume de tráfego para a situação "sem" a nova rodovia e "com" a nova rodovia.

---

<sup>21</sup> Ver anexo 1 média e variância amostrais.





### 3.5.1. Função Distribuição do Tráfego

Usualmente a distribuição do tráfego é conseguida através de contagem local do tráfego a qual será adotada neste trabalho. Será usada a ficha convencional de contagem diária por 24 horas, conforme quadro nº 03. Serão distinguidos os sete grupos de veículos: carros de passeio G1, ônibus G2, camionetas G3, caminhões simples G4, caminhões duplos G5, reboque e semi-reboque G6, outros G7.<sup>2 2</sup>

#### a) Volume de Tráfego Atual

O volume de tráfego atual será caracterizado pela média e variância amostrais por grupo de veículo que usaram a rodovia por dia.

O cômputo destes valores se efetuará na forma do quadro nº 04.

#### b) Determinação da Taxa de Crescimento

Obter-se-á a taxa de crescimento através de regressão simples dos valores médios de volume de tráfego para a região onde se rá instalada a rodovia ou próxima a ela, por grupo de veículos. Se rá apresentada sob a forma de percentagem ( $\ell$ ).

#### c) Fluxo de Tráfego Futuro

A estimativa de tráfego futuro será obtida pela aplicação da taxa de crescimento de tráfego a cada grupo de veículos. Os valores médios serão:

$$\overline{FTi1} = (1+\ell) \overline{Fi} \quad (4)$$

$$\overline{FTi2} = (1+\ell)^2 \overline{Fi} \quad (5)$$

$$\overline{FTin} = (1+\ell)^n \overline{Fi} \quad (6)$$

<sup>2 2</sup> DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. BRASIL. Manual de Serviços de Consultoria, Rio de Janeiro, 1979.

# VOLUME DE TRAFEGO

## FOLHA DE COLETA

1 2  
1 1

ESTADO: \_\_\_\_\_ RODOVIA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_ POSTO: \_\_\_\_\_

LOCAL: \_\_\_\_\_ Km. DE \_\_\_\_\_ ENTRE (1) \_\_\_\_\_ E (2) \_\_\_\_\_

ORIENTAÇÃO: A ESQUERDA (1) OU (2) \_\_\_\_\_ A DIREITA (1) OU (2) \_\_\_\_\_ SENTIDO: \_\_\_\_\_ OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_

| HORA                             | CARROS DE PASSEIO | ONIBUS | CAMICNETAS | CAMINHOS SIMPLES | CAMINHOS DUPLOS | REBOQUE E SEMI-REBOQUE | OUTROS |
|----------------------------------|-------------------|--------|------------|------------------|-----------------|------------------------|--------|
| DE<br>22 23 24 25<br>26 27 28 29 |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| ATE                              |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| DE<br>22 23 24 25<br>26 27 28 29 |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| ATE                              |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| DE<br>22 23 24 25<br>26 27 28 29 |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| ATE                              |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| DE<br>22 23 24 25<br>26 27 28 29 |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| ATE                              |                   |        |            |                  |                 |                        |        |





onde

$\bar{F}_{Til}$  = Fluxo médio diário de tráfego do grupo de veículo  $i$  no ano  $l$ .

$\bar{F}_i$  = Fluxo médio diário atual do grupo de veículo  $i$ .

$\ell$  = Taxa anual de crescimento do fluxo de tráfego.

A variância será:

$$\sigma_{Fil}^2 = (1+k)^2 \sigma_{Fi}^2$$

$$\sigma_{Fi2}^2 = (1+k)^4 \sigma_{Fi}^2$$

$$\sigma_{Fin}^2 = (1+k)^{2n} \sigma_{Fi}^2$$

onde

$\sigma_{Fil}$  = Desvio padrão do fluxo diário de tráfego de grupo de veículos  $i$  no ano  $l$ .

$\sigma_{Fi}$  = Desvio padrão do fluxo diário de tráfego de grupo de veículo  $i$ .

O cômputo se processará na forma do quadro nº 05.

#### d) Custos Operacionais dos Veículos

Os métodos convencionais obtêm os custos operacionais dos veículos através de metodologia descrita no Manual de Custos Operacionais do DNER <sup>2 3</sup>, que consiste na aplicação de equações de cálculo de consumo e despesas por grupo de veículos operando numa rodovia padrão, plana e pavimentada, na velocidade econômica. Através do levantamento cadastral da rodovia determina-se o comprimento virtual da rodovia atual e da rodovia a ser construída. A diferença dos comprimentos virtuais multiplicado pelo custo operacional representa o benefício.

<sup>2 3</sup> DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, BRASIL. Manual de Custos Operacionais. Rio de Janeiro, 1976.



O presente trabalho calculará o benefício através de séries estatísticas de veículos operando em diferentes tipos de rodovias e pavimentações. O benefício consistirá na diferença operando na rodovia atual e o veículo operando na rodovia futura. Os cálculos serão computados na forma do quadro nº 6.

### 3.5.2. Redução do Custo Operacional

O valor da redução do custo ao tráfego consiste na diferença entre o produto do percurso em quilômetro percorrido pelo veículo na estrada atual pelo custo por quilômetro e o produto do percurso em quilômetro percorrido na nova rodovia pelo novo custo por quilômetro.

Os cálculos serão efetuados na forma do quadro nº 7.

O fluxo dos benefícios consiste no produto da função distribuição do fluxo de tráfego pela função distribuição do custo operacional por veículo. Os cálculos serão computados na forma do quadro nº 8 e nº 9.

### 3.6. Determinação do Benefício do Acréscimo na Produção

A avaliação dos benefícios indiretos decorrentes da execução dos empreendimentos, programados para a rodovia em estudo, auferidos pelos não usuários será realizada conforme a metodologia apresentada pelo 2º Manual de Rodovias Vicinais do BIRD/BNDE/DNER<sup>24</sup>.

Objetiva-se, com esta etapa de estudo de viabilidade, a determinação do fluxo anual do acréscimo da renda gerada pela produção do setor primário verificada na área de influência da rodovia. Esse acréscimo de renda, calculado pela diferença entre a renda gerada nas situações "sem" a execução do empreendimento e na situação "com" a execução do empreendimento é denominado o acréscimo do valor agregado da produção.

---

<sup>24</sup> BANCO INTERNACIONAL DE RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO. 2º Manual de Rodovias Vicinais. Rio de Janeiro, 1979.



| REDUÇÃO DO CUSTO OPERACIONAL POR VEÍCULO |                          |      |    |  |                          |       |    |   |           |       |        |
|--|--------------------------|------|----|--|--------------------------|-------|----|---|-----------|-------|--------|
| VALOR EQUIVALENTE À DATA:                |                          |      |    |  |                          |       |    |   |           |       |        |
| GRUPO DE VEÍCULO                         | "SEM" (Pavimento/Região) |      |    |  | "COM" (Pavimento/Região) |       |    |   | C U S T O |       |        |
|  | CUSTO/KM                 |      | Km |  | CUSTO/KM                 |       | Km |   | MED.      | VAR.  | CUSTO. |
|  | MED.                     | VAR. |    |  | MED.                     | VAR.  |    |   |           |       |        |
|  | 1                        | 2    | 3  |  | 4=1x3                    | 5=2x3 | 6  | 7 | 8         | 9=6x8 | 10=7x8 |
| 01                                       |                          |      |    |  |                          |       |    |   |           |       |        |
| 02                                       |                          |      |    |  |                          |       |    |   |           |       |        |
| 03                                       |                          |      |    |  |                          |       |    |   |           |       |        |
| 04                                       |                          |      |    |  |                          |       |    |   |           |       |        |
| 05                                       |                          |      |    |  |                          |       |    |   |           |       |        |
| 06                                       |                          |      |    |  |                          |       |    |   |           |       |        |
| 07                                       |                          |      |    |  |                          |       |    |   |           |       |        |
| FONTE                                    |                          |      |    |  |                          |       |    |   |           |       |        |

QUADR. 07 - REDUÇÃO DO CUSTO OPERACIONAL POR VEÍCULO.





### 3.6.1. Área de Influência do Projeto

Área de influência de uma estrada será o espaço físico que a contém e de onde se processam as atividades sócio-econômicas por ela condicionadas ou dela dependentes e para sua determinação terão que ser considerados os aspectos da estrutura de produção e consumo, sistema de vias de acesso e comunicação (principal e complementar), estrutura demográfica, relações de comércio e aspectos fisiográficos. Igualmente, deve-se determinar os limites geográficos a partir dos quais o projeto não provocará alteração significativa na produção.

### 3.6.2. Produção Agrícola e Projeção da Produção Agrícola

Na área de influência serão estudados os produtos relevantes que representarão a produção da região, bem como se estão sendo cultivados isoladamente ou consorciados com outros cultivos. O estudo deverá abranger o potencial de cultivo de cada produto, a tecnologia atual e as perspectivas de melhoras de tecnologia, se são culturas sazonais, temporárias ou permanentes.

#### a) Preços FOB na Fazenda

Os preços variam em função do mercado externo à área de influência. Admite-se que o aumento da produção desta região não altera o preço de mercado. Admitir-se-á, portanto, que todos conheçam os preços atuais e que os preços sejam homogêneos na área de influência durante a época da colheita. Os levantamentos dos preços serão feitos junto aos produtores locais no momento da comercialização de seus produtos.

#### b) Área Cultivada

O levantamento da área cultivada consistirá no somatório das áreas de cultivo de cada produto anualmente. Admitir-se-á para este trabalho que sejam levantadas séries históricas da área de cultivo de cada produto relevante. Através de análise de regressão desta área determinar-se-á uma projeção futura nas situações "sem" o projeto e "com" o projeto. Na situação "com" o projeto há a limitação de atingir o potencial da região. Será relevante e necessário a consulta a técnicos agrônomo que atuem na região.



c) Rendimento da Produção

O rendimento, definido como a quantidade de produção por hectare de cultivo, varia a cada ano por influência das condições atmosféricas locais. Sob este enfoque levantar-se-á o rendimento obtido por uma amostra de agricultores de forma a se obter a média e a variância. No decorrer do tempo o rendimento deverá melhorar por progresso da tecnologia e por diminuição de perdas de produto na própria fazenda. O levantamento do rendimento abrangerá também consultas a técnicos e produtores para conhecer a taxa de melhoramento que estará afetando a média do rendimento. Deve-se observar que será significativa a redução de perdas de produção por deficiência no sistema de escoamento, devido a melhora do sistema viãrio.

d) Autoconsumo

O autoconsumo é a parcela da produção que é consumida pelo próprio produtor. O valor de autoconsumo deverá ser descontado da produção uma vez que é interessante conhecer a produção exportável.

e) Custo da Produção

Tecnicamente, pode-se determinar o custo do cultivo de um hectare cultivado com relativa precisão. Para efeito deste trabalho, escolher-se-á uma amostra de produtores da área para se avaliar o custo médio e a variância. O fluxo dos custos será calculado na forma do quadro nº 10.

f) Fluxo de Produção Agrícola

O fluxo da produção agrícola será calculado a cada ano no período de projeto na forma do quadro nº 11 para a situação "sem" e "com" os investimentos.

O valor da produção será expressa pela fórmula:

$$PA_i(n, \sigma^2) = A_i \cdot P \cdot REN(\mu, \sigma^2) \cdot (1+m)^i - AC_{ixP} \quad (10)$$

onde

$PA_i(n, \sigma^2)$  = Função distribuição do valor da produ  
ção agrícola no ano  $i$ .

| FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO |               |                             |                   |           |                   |
|----------------------------|---------------|-----------------------------|-------------------|-----------|-------------------|
| CULTIVO:                   |               |                             |                   |           |                   |
| A N O                      | A R E A       | C U ' S T O / H E C T A R E | F L Ú X O D E     |           | C U S T O S       |
|                            | H E C T A R E | M É D I A                   | V A R I Â N C I A | M É D I A | V A R I Â N C I A |
|                            |               |                             |                   |           |                   |

QUADRO 10 - FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO

$A_i$  = Área cultivada no ano  $i$ .

$REN(\mu, \sigma^2)$  = Função distribuição do rendimento por hectare

$m$  = taxa anual de melhoria técnica

$AC_i$  = Auto consumo do produto no ano  $i$ .

$P$  = preço do produto agrícola.

g) Fluxo de Benefício Agrícola

Consistirá na diferença entre a função de produção e a função do custo da produção que será calculado na forma do quadro nº12.

### 3.6.3. Produção Pecuária e Projeção da Produção Pecuária

O levantamento da produção pecuária consistirá no estudo dos produtos relevantes da região obtendo as séries históricas dos produtos comerciáveis.

a) Rebanho Total

O estudo do rebanho da pecuária consistirá em fazer o levantamento das séries históricas dos rebanhos existentes na área do projeto. A projeção de rebanho será para a situação "sem" e "com" o projeto através da taxa de crescimento. Há que se considerar que haverá maior aumento de produção por haver maior possibilidade de escoamento de produção para frigoríficos instalados na área de influência ou fora dela. Somente através de consultas a técnicos do setor é que se poderá encontrar uma avaliação precisa das taxas de crescimento.

b) Abate

Abate é a quantidade de cabeças do rebanho que são comercializadas por ano. Normalmente, o abate cresce à medida em que as condições de comercialização sejam mais favoráveis.

c) Valor da Produção

O valor da produção consistirá no resultado dos produtos de abate, pelo preço e pelo peso dos produtos comerciáveis, na área de influência, que será obtido pela fórmula:



| FLUXO DOS BENEFÍCIOS AGRÍCOLAS |                 |           |           |           |                     |           |           |
|--------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|
| A N O                          | P R O D U Ç Ã O |           | C U S T O |           | B E N E F Í C I O S |           |           |
|                                | MÉDIA           | VARIÂNCIA | MÉDIA     | VARIÂNCIA | MÉDIA               | VARIÂNCIA | VARIÂNCIA |
|                                |                 |           |           |           |                     |           |           |

QUADRO 12 - FLUXO DOS BENEFÍCIOS AGRÍCOLAS.

$$PP (\mu, \sigma^2) = \text{Abate} \times P(\mu, \sigma^2) \times \text{Preço} \quad (11)$$

onde

$PP (\mu, \sigma^2)$  = Função distribuição do valor da produção pecuária.

Abate = quantidade de animais comercializados.

$P(\mu, \sigma^2)$  = função distribuição do peso unitário.

Preço = preço por unidade de peso.

O cálculo será efetuado na forma do quadro nº 13.

#### d) Custo da Produção

Os custos de produção variam de produtor para produtor. A função dos custos será obtida por levantamento de uma amostra junto a área de influência da qual se calculará a média amostral, por cabeça abatida e admitir-se-á constante ao longo do horizonte de projeto. O fluxo dos custos será calculado da forma do quadro nº14.

#### e) Fluxo de Benefícios

O fluxo de benefícios será a diferença entre o fluxo do valor da produção e o fluxo dos custos na forma do quadro nº 15.

#### 3.6.4. Valor Acumulado dos Benefícios da Produção

Entende-se, para efeitos deste trabalho, como valor acumulado de benefícios da produção na área de influência como o somatório dos benefícios de todos os produtos estudados.

O valor será avaliado na forma do quadro nº 15.

#### 3.6.5. Fluxo Anual de Valores

O fluxo anual de valores consistirá no fluxo da soma dos benefícios ao tráfego conforme quadro nº 16, com os benefícios agregados da produção e no fluxo da soma dos custos de construção e manutenção, conforme quadro nº 17.

#### 3.6.6. Função Distribuição do Valor Presente

Admite-se, para este estudo que tanto o fluxo dos benefícios como o fluxo dos custos sejam fluxos independentes.



| FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO |         |                |           |            |         |           |
|----------------------------|---------|----------------|-----------|------------|---------|-----------|
| REBANHO:                   |         |                |           |            |         |           |
| ANO                        | REBANHO | CUSTO UNITÁRIO |           |            | CUSTO   |           |
|                            |         | MÉDIA          | VARIÂNCIA | (REBANHO)² | MÉDIA   | VARIÂNCIA |
|                            | 1       | 2              | 3         | 4 = (1)²   | 5 = 1x2 | 6 = 3x4   |
|                            |         |                |           |            |         |           |

QUADRO 14 - FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO PECUÁRIA





| BENEFÍCIO AGREGADO DA PRODUÇÃO |             |      |          |      |                    |      |
|--------------------------------|-------------|------|----------|------|--------------------|------|
| ANO                            | AGRICULTURA |      | PECUÁRIA |      | BENEFÍCIO AGREGADO |      |
|                                | MED.        | VAR. | MED.     | VAR. | MED.               | VAR. |
|                                |             |      |          |      |                    |      |

QUADRO 16 BENEFÍCIO AGREGADO DA PRODUÇÃO

| FLUXO ANUAL DE BENEFÍCIOS |                             |     |                    |     |                 |           |
|---------------------------|-----------------------------|-----|--------------------|-----|-----------------|-----------|
| ANO                       | REDUÇÃO CUSTOS OPERACIONAIS |     | BENEFÍCIO PRODUÇÃO |     | BENEFÍCIO TOTAL |           |
|                           | VEE                         | VAR | MED                | VAR | MED             | VAR       |
|                           | 1                           | 2   | 3                  | 4   | 5 = 1 + 3       | 6 = 2 + 4 |
|                           |                             |     |                    |     |                 |           |

QUADRO 17 FLUXO ANUAL DE BENEFÍCIOS



A avaliação será feita utilizando a taxa de custo de oportunidade de capital apresentada pelos financiadores do investimento.

A função distribuição de probabilidade do valor presente será calculada na forma do quadro nº 19.

### 3.7. Análise de Sensibilidade

A distribuição do valor presente obtido na seção anterior é em si uma apropriada informação para a análise e decisão na seleção de alternativas de investimentos sujeitas a risco.

Pretende-se apresentar ao decisor algumas informações tais como a probabilidade do valor presente ser negativo, isto é, a probabilidade do investimento ser inviável, uma tabulação de probabilidades com seu respectivo intervalo do valor presente, a média e a variância da taxa de retorno e a técnica quantitativa de seleção de investimento com risco da Expectância-Variância.

#### 3.7.1. Probabilidade do Valor Presente ser Negativo

A probabilidade do investimento não ser economicamente vantajoso é de:<sup>25</sup>

$$P(VP < 0) = P\left(Z \leq \frac{0 - \mu}{\sigma}\right) \quad (12)$$

onde VP é o valor presente, Z é a abcissa da função normal reduzida,  $\mu$  é a média e  $\sigma$  é o desvio padrão da função distribuição de probabilidade do valor presente. O investimento envolve, portanto probabilidade de não propiciar a taxa de mínima atratividade ao capital alocado.

#### 3.7.2. Tabulação de Probabilidades

Preparar-se-á uma tabulação na forma do quadro nº 20 no qual serão inseridas probabilidades de ocorrências com intervalos dos respectivos valores presentes.

<sup>25</sup> Esta abordagem não leva em conta a restrição orçamentária.



|                          |   |
|--------------------------|---|
| ANÁLISE DE SENSIBILIDADE |   |
| VALOR PRESENTE (j = j)   | PROBABILIDADE DO VALOR PRESENTE                             |
| PROBABILIDADE            | $P(VF < 0) = P\left(Z \leq \frac{0 - \mu}{\sigma}\right) =$ |
|                          | ANÁLISE DA TAXA DE RETORNO                                  |
|                          | TAXA INTERNA MÉDIA =  |
|                          | VARIÂNCIA DA TAXA INTERNA =                                 |
|                          | EXPECTÂNCIA - VARIÂNCIA                                     |
|                          | COEFICIENTE DE AVERSÃO AO RISCO A =                         |
|                          | $EV = \mu + A\sigma =$                                      |
|                          | OBSERVAÇÕES:  |

A fórmula geral para o cálculo destes valores é:

$$P(VP1 < VP < VP2) = P(Z2 \leq \frac{VP2 - E(VP)}{\sigma_{VP}}) - P(Z1 \leq \frac{VP1 - E(VP)}{\sigma_{VP}}) \quad (13)$$

onde VP é o valor presente, VP1 e VP2 o intervalo do valor presente, Z é a abscissa função distribuição da Normal reduzida, E(VP) é a média do valor presente e  $\sigma_{VP}$  é o desvio padrão do valor presente.

### 3.7.3. Média e Variância da Taxa de Retorno<sup>26</sup>

Admitindo-se que se conhece a média (E(VP)) e a variância  $\sigma_{VP}$  do valor presente calculados a uma taxa de custo de oportunidade de capital j, pode-se calcular:

$$Z = \frac{0 - E(VP)}{\sigma(VP)} \quad (14)$$

A partir do Z determina-se, através da tabela da Normal (0,1) a probabilidade do valor presente ser igual ou menor que zero. Como o valor presente será igual a zero quando  $\bar{r}$  (taxa interna de retorno média) for igual a j (taxa de custo de oportunidade de capital) e maior que zero quando j for menor que  $\bar{r}$  pode-se expressar:

$$P(VP \geq 0/j) = P(\bar{r} \geq j) \quad (15)$$

Isto é, a probabilidade que a taxa interna média de retorno ( $\bar{r}$ ) seja maior ou igual a taxa de custo de oportunidade de capital j é a mesma que a probabilidade de que o valor presente calculado a partir de j seja menor ou igual a zero.<sup>27</sup>

Assim, conclui-se que

$$\sigma_r = \frac{(\bar{r} - j)}{E(VP)} \times \sigma(VP) \quad (16)$$

<sup>26</sup> A possibilidade de existirem várias taxas de retorno não será discutida aqui pois no fluxo haverá apenas uma variação de sinal.

<sup>27</sup> ENSSLIN, Leonardo. Análise de Investimentos. Florianópolis, UFSC, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, s.d. Artigo técnico.



Outra maneira de calcular a taxa média e o desvio padrão é a seguinte: Arbitram-se duas taxas de custo de capital e calculam-se a média e a variância. O desvio padrão é a raiz quadrada da variância. Tem-se

$$Z_1 = \frac{0 - E(VP_1)}{\sigma_{VP1}} = \frac{j_1 - \bar{r}}{\sigma_r} \quad (17)$$

$$Z_2 = \frac{0 - E(VP_2)}{\sigma_{VP2}} = \frac{j_2 - \bar{r}}{\sigma_r} \quad (18)$$

onde  $E(VP_i)$  = média do valor presente a uma taxa de custo  $j$ .

As duas equações formam o sistema

$$Z_1 \sigma_r = j_1 - \bar{r} \quad (19)$$

$$Z_2 \sigma_r = j_2 - \bar{r} \quad (20)$$

onde  $Z_1$  e  $Z_2$  = abscissas da Normal reduzida, que resolvidos fornecem a taxa interna média e o desvio da taxa interna.

#### 3.7.4. Método da Expectância-Variância

Valendo-se das deduções mostradas por ENSSLIN<sup>28</sup> a técnica quantitativa de seleção com risco da Expectância-Variância pode tomar a forma:

$$EV = \mu + A\sigma \quad (21)$$

onde EV é a expectância-variância,  $\mu$  é a média ou o valor esperado,  $\sigma$  é o desvio padrão e A é o coeficiente de aversão ao risco, função das curvas de utilidade e varia de investidor a investidor.

O método da Expectância-variância traduz a atratividade econômica de um projeto em uma medida única que inclui o valor esperado e a variância do evento bem como o coeficiente de aversão ao risco do decisor.

<sup>28</sup> ENSSLIN, Leonardo. Análise de Investimentos. Florianópolis, UFSC, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, s.d. Artigo técnico.

## CAPÍTULO IV

### 4 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

#### 4.1. Localização

Elegeram-se, para aplicação deste modelo uma rodovia que se caracterizasse como rodovia rural e de baixo volume de tráfego e que já tivesse sido estudada por métodos tradicionais.

A rodovia escolhida foi a rodovia SC-407, trecho entre São Pedro de Alcântara, distrito do Município de São José e Angelina numa extensão atual de 28,9 km, figura nº 5.

A rodovia escolhida está inserida em parte na micro região de Florianópolis e em parte na micro região Colonial Serraria. Desenvolve-se por uma região onde o setor agrícola se caracteriza de pequenas propriedades onde se cultivam produtos de alimentação, predominantemente.

As atividades agrícolas da área são orientadas, principalmente, para o cultivo de batata-inglesa, milho, tomate e feijão e as atividades pecuárias para a criação de gado bovino.

Adotou-se como área de influência do projeto o Município de Angelina, uma vez que a parcela da área do município de São José que pertence a área de influência é irrelevante.

#### 4.2. Coleta e Processamento de Dados

O levantamento de dados foi realizado junto aos órgãos oficiais do setor.

Obteve-se o custo de construção e manutenção de um conjunto

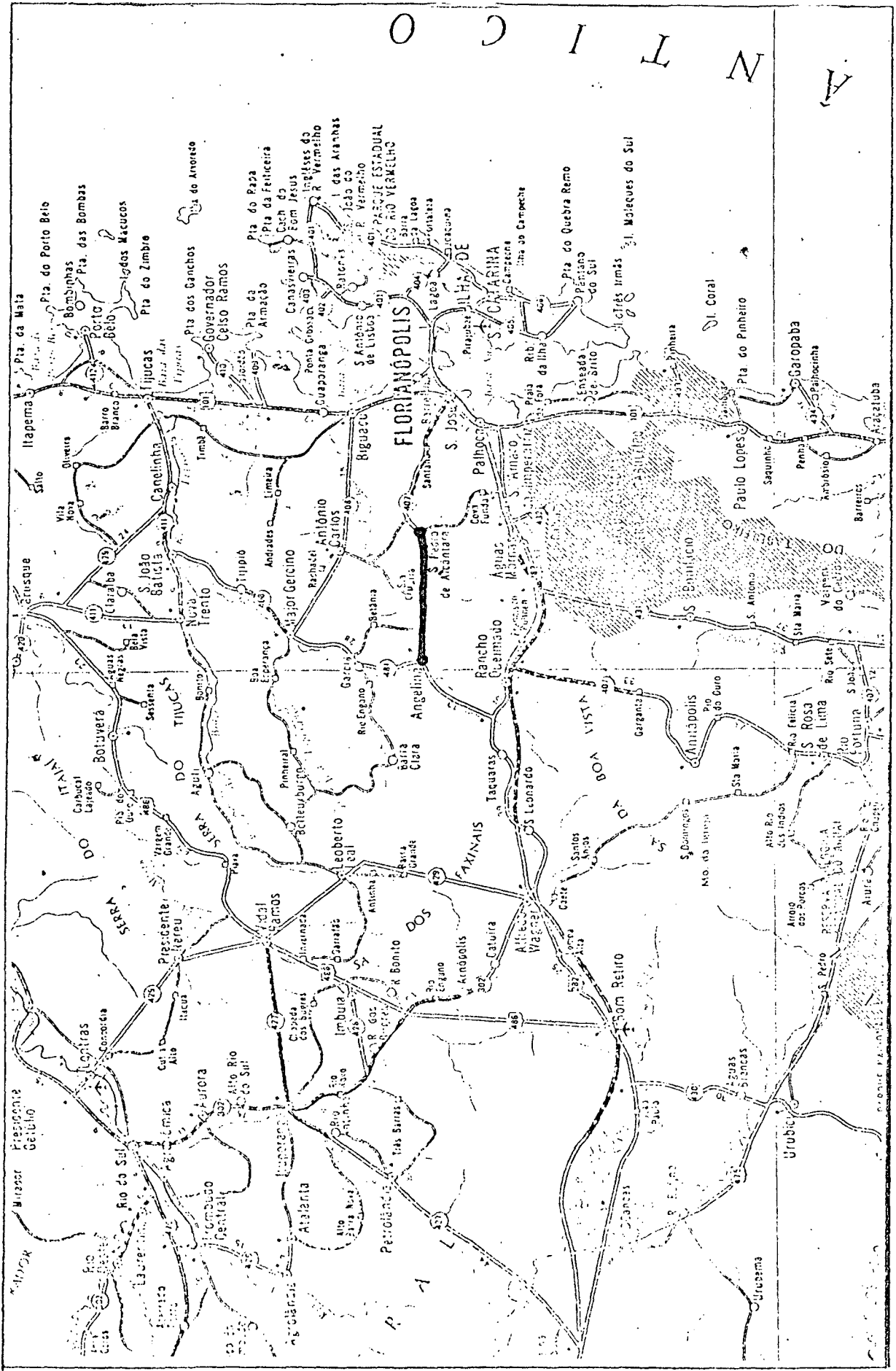


Fig. nº 5 - Localização

de rodovias projetadas pelo Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina - Projeto de Rodovias Vicinais - Estudo de Viabilidade Econômica<sup>29</sup> e de um conjunto de rodovias projetadas pela SAPSA, Serviços de Assessoria, Planejamento e Engenharia S.A. - Programa de Rodovias Vicinais.<sup>30</sup>

Após a conversão em valores 1980 chegou-se aos seguintes custos por quilômetro:

CUSTO POR QUILOMETRO

| Custos                      | Média<br>Cr\$ 1.000,00 | Variância<br>Cr\$ 1.000,00 |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|
| Construção                  | 7.196,00               | 1 980 931,00               |
| Conservação - rev. primário | 29,20                  | 27 418,00                  |
| - TSD-A                     | 65,91                  | 49 090,00                  |

Obteve-se o levantamento do volume de tráfego diretamente junto à Diretoria de Operações do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina, que mantém levantamentos periódicos.

Para o trecho em estudo chegou-se aos seguintes valores para o tráfego diário por grupo de veículos, para o ano de 1980:

<sup>29</sup> DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. SANTA CATARINA. Programa de Rodovias Vicinais - Estudo de Viabilidade econômica, 1978.

<sup>30</sup> SERVIÇOS DE ASSESSORIA, PLANEJAMENTO E ENGENHARIA S/A. Estudo de Viabilidade Econômica.

## TRÁFEGO DIÁRIO POR GRUPO DE VEÍCULOS

| Grupo de Veículos | Média | Variância |
|-------------------|-------|-----------|
| G1                | 289   | 799       |
| G2                | 27    | 4,45      |
| G3                | 23    | 8,18      |
| G4                | 102   | 207,36    |
| G5                | 12    | 4,73      |

O fluxo de tráfego foi calculado utilizando as taxas de crescimento por grupo de veículos calculados para a região usando o método de regressão simples.<sup>31</sup>

Obteve-se o custo operacional dos veículos através do tratamento estatístico do custo operacional de um conjunto de rodovias projetadas.<sup>32</sup>

Chegou-se aos custos operacionais por quilômetro por grupo de veículos e tipo de pavimentação que se acham no anexo 2.

Os cálculos foram processados na forma dos quadros no anexo 2 e chegou-se ao seguinte fluxo de benefícios oriundos da redução do custo ao tráfego:

<sup>31</sup> DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. SANTA CATARINA - Programa de Rodovias Vicinais - Estudo de Viabilidade Econômica, 1978.

<sup>32</sup> Ibid.

## REDUÇÃO DO CUSTO DO TRÁFEGO

| A N O | B E N E F Í C I O S  |                      |
|-------|----------------------|----------------------|
|       | M É D I A            | V A R I Â N C I A    |
|       | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |
| 80    | -                    | -                    |
| 81    | 22,379               | 748,956              |
| 82    | 23,450               | 823,612              |
| 83    | 24,571               | 905,871              |
| 84    | 25,748               | 996,516              |
| 85    | 26,986               | 1.096,505            |
| 86    | 28,281               | 1.206,547            |
| 87    | 29,642               | 1.327,966            |
| 88    | 31,068               | 1.461,850            |
| 89    | 32,567               | 1.609,530            |
| 90    | 34,138               | 1.772,412            |
| 91    | 35,524               | 1.952,822            |

A produção agrícola e pecuária da área de influência da rodovia foram obtidas junto à IBGE, regional de Santa Catarina, que mantém levantamentos anuais da produção por municípios. Obteve-se o custo de produção agrícola por consulta a colonos e agricultores e junto a profissionais da ACARESC. As taxas de melhoria de rendimento foram estimadas em consulta verbal a técnicos da ACARESC:

Para a situação "sem" o projeto o aumento da área cultivada foi estimada através da taxa anual de crescimento das áreas por

tipo de cultivo obtida da análise do histórico das áreas cultivadas<sup>33</sup>, para a situação "com" o projeto o aumento da área cultivada foi obtido para se alcançar no final do período do projeto o potencial de cultivo da área.

O presente trabalho analisou quatro tipos de cultura e chegou aos seguintes fluxos de benefícios acumulados:

#### FLUXOS DE BENEFÍCIOS ACUMULADOS

| A N O | B E N E F Í C I O S  |                      |
|-------|----------------------|----------------------|
|       | M É D I A            | V A R I Â N C I A    |
|       | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |
| 80    | -                    | -                    |
| 81    | 0,892                | 2,231                |
| 82    | 3,772                | 4,739                |
| 83    | 6,353                | 7,423                |
| 84    | 8,234                | 10,251               |
| 85    | 10,811               | 13,391               |
| 86    | 13,143               | 16,708               |
| 87    | 16,518               | 20,341               |
| 88    | 19,976               | 24,347               |
| 89    | 23,412               | 28,241               |
| 90    | 27,228               | 32,810               |
| 91    | 31,356               | 37,650               |

<sup>33</sup> As áreas levantadas pelo IBGE para os últimos quatro anos foram utilizadas para o cálculo da taxa de crescimento e não estão apresentadas neste trabalho.

O fluxo líquido foi obtido pela diferença entre o fluxo dos benefícios constituído pela soma dos benefícios da redução do custo do tráfego e do acréscimo líquido da produção agrícola e o fluxo dos custos constituído pelos investimentos necessários para a efetuação da melhoria no sistema de transporte da área de influência e pelos custos de manter a nova rodovia.

Os valores do fluxo líquido foram:

| A N O | F L U X O L Í Q U I D O |                      |
|-------|-------------------------|----------------------|
|       | M É D I A               | V A R I Â N C I A    |
|       | Cr\$ 10 <sup>6</sup>    | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |
| 80    | -206,525                | 56,853               |
| 81    | 21,379                  | 749,778              |
| 82    | 25,330                  | 826,642              |
| 83    | 29,032                  | 911,885              |
| 84    | 32,982                  | 1.005,358            |
| 85    | 35,905                  | 1.108,487            |
| 86    | 39,532                  | 1.221,846            |
| 87    | 44,268                  | 1.346,898            |
| 88    | 49,044                  | 1.484,778            |
| 89    | 54,087                  | 1.636,382            |
| 90    | 59,474                  | 1.803,813            |
| 91    | 64,988                  | 1.989,063            |

#### 4.3. Apresentação da Sensibilidade

Adotou-se inicialmente a taxa de custo de capital igual a 12%, que forneceu para o Valor Presente do fluxo líquido o valor médio de Cr\$ 11,935 x 10<sup>6</sup> com desvio padrão de Cr\$ 1,945 x 10<sup>6</sup>.

Depois adotou-se a taxa de custo de capital igual a 15% que



forneceu para a Valor Presente o valor médio negativo de Cr\$ -19,173 x 10<sup>6</sup> e desvio padrão de Cr\$ 1,816 x 10<sup>6</sup>.

A seguir calculou-se a taxa de retorno média e o desvio padrão na forma proposta pelo método proposto. A taxa de retorno média foi de 13,102% com desvio padrão de 0,1795.

Calculou-se, ainda, para cada taxa de custo de capital, intervalos de valor presente com determinadas probabilidades. Desta forma configurou-se a distribuição de probabilidade do valor presente do investimento para taxa de custo de capital 12% e 15%.

#### DISTRIBUIÇÃO DO VALOR PRESENTE DO INVESTIMENTO

| PROBABILIDADES | INTERVALOS (Cr\$ 10 <sup>6</sup> ) |                   |
|----------------|------------------------------------|-------------------|
|                | j = 12%                            | j = 15%           |
| 2,5%           | menor que 8,122                    | menor que -22,708 |
| 13,5%          | 8,122 a 9,221                      | -22,708 a -21,711 |
| 34,0%          | 9,221 a 11,935                     | -21,711 a -19,173 |
| 34,0%          | 11,935 a 14,658                    | -19,173 a -16,635 |
| 13,5%          | 14,658 a 16,156                    | -16,635 a -15,620 |
| 2,5%           | maior que 16,156                   | maior que -15,620 |

#### 4.4. Comparação com o Método do Valor Agregado

O método do Valor Agregado apresentaria as seguintes informações:

Taxa interna de Retorno : 13,102%

Valor presente - (j=12%) : Cr\$ 11,935 x 10<sup>6</sup>

- (j=15%) : Cr\$ -19,173 x 10<sup>6</sup>

Relação Benefício/Custo (j=12%): 1,0525

(j=15%): 0,9092

O decisor dispõe apenas das informações acima, sem conhecimento da dispersão em torno destes valores que é fornecida no método do proposto.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSÕES

#### 5.1. Aplicações do Método

O método sugerido neste trabalho não apresenta limitações além das limitações do Método do Valor Agregado.

O método proposto se presta para ser adotado nas avaliações e justificativas econômicas de rodovias nos programas de investimentos em rodovias rurais, mas precisamente em rodovias vicinais. A aplicação do método não é mais dispendiosa que o Método do Valor Agregado nem necessita de computador para a sua aplicação, e poderá facilmente ser adaptado a computador se for conveniente. É, sem dúvida, em método de grande utilidade para órgãos públicos do ramo rodoviário e para agenciadores dos programas de investimentos em rodovias rurais.

#### 5.2. Vantagens ao Decisor

A própria distribuição de probabilidade do valor presente apresentado na análise de sensibilidade é, em si mesma, uma informação de grande valia para o decisor que não dispõe apenas do valor presente do projeto a uma determinada taxa de custo de capital. O decisor tem em mãos um conjunto de intervalos de valor presente e suas respectivas probabilidades que espelha o risco a que está submetido o projeto em análise e conhece a probabilidade do investimento não proporcionar retorno suficiente para compensar o custo do capital investido.

Através da Expectância-Variância o decisor poderá aferir se o projeto está ou não dentro de seus parâmetros usando seu próprio

coeficiente de aversão ao risco.

Finalmente, o decisor dispõe da taxa média de retorno e da dispersão da média representada pelo desvio padrão da taxa de retorno. Assim, o decisor dispõe da função distribuição de probabilidade do valor presente e da taxa de retorno, elementos relevantes na avaliação econômica.

### 5.3. Sugestões para Pesquisas Futuras

Neste trabalho, admitiu-se que as variáveis aleatórias tivessem distribuição normal representada pela média e variância amostrais. Sugere-se que sejam estudadas as distribuições de probabilidades de todas as funções relevantes do modelo para se obter perfeito conhecimento das distribuições de probabilidade do valor presente e da taxa de retorno.

No presente trabalho não se cogitou na possibilidade de existir restrição orçamentária, relevante para permitir alocação de recursos em diversos projetos de investimento. Desta forma seriam interessantes estudos que considerassem também a restrição orçamentária na seleção de alternativas.

Considerou-se que todos os benefícios fossem avaliados monetariamente. Poder-se-ia estudar os benefícios como valores não-monetários, por exemplo, quantidade produzida, valor nutritivo da produção agrícola. Seriam estabelecidos outros parâmetros para justificar a implantação de uma rodovia em região rural.

BIBLIOGRAFIA

01. AMERICAN ASSOCIATION OF STATES HIGHWAY OFFICIALS. A policy on geometric design of rural highway 1965. Washington, 1966.
02. BANCO INTERNACIONAL DE RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO. 2º Manual de Rodovias Vicinais. Rio de Janeiro, 1979.
03. BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Convênio BNDE/DNER para construção ou melhoria de estradas vicinais, Rio
04. BROWN, Robert T. & HARRAL, Clell G. Estimating Highway benefits in Underdeveloped Countries. Transportation Research Board, Record nº 115. Washington, D.C, 1966.
05. CARNEMARK, Curt et alii. The Economics Analysis of Rural Roads Projects. International Bank of Reconstruction and Development. Staff Working Paper. S.N. Mar. 1976.
06. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. SANTA CATARINA. Programa de rodovias vicinais; estudo de viabilidade econômica, 1978.
07. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. SANTA CATARINA. Metodologia - programa de rodovias vicinais; estudo de viabilidade econômica. s.d. V.2
08. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. BRASIL. Manual de custos operacionais. Rio de Janeiro, 1976.
09. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. BRASIL. Manual de serviços de consultoria, Rio de Janeiro, 1979.
10. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. BRASIL. Normas para o projeto geométrico de estradas de rodagem. Rio de Janeiro, 1976.

11. DOWELL DA COSTA, Fernando L.C Mac. Custos operacionais rodoviários para estudos econômicos e de viabilidade. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 1972. Publicação nº 576.
12. ENSSLIN, Leonardo. Análise de investimentos. Florianópolis, UFSC, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, s. d. Artigo Técnico.
13. GIBRA Isaac. Probability and Statistical inference for scientists and engineers. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1973.
14. HESS, Geraldo et alii. Engenharia Econômica, Rio de Janeiro, Forum Editora, 1972.
15. ISRAEL, Arturo. Appraisal Methodology for Feeder Road Projects I.B.R.D. Economics Departament Working Paper nº 70. Washington, D.C, Mar/1970.
16. MASSÉ, M. Secondary Effects and Project Appraisal. International Bank of Reconstruction and Development. SWP nº 58. Jan. 1970.
17. MEYER, Paul L. Probabilidade: aplicações à estatística. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1970.
18. ODIER, Lionel. Os benefícios econômicos das realizações rodoviárias. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 1970. Publicação nº 512.
19. PEREIRA, William A. O uso do custo-eficácia para avaliação de impactos de estradas vicinais. Rio de Janeiro, COPPE, 1975. Tese de mestrado.
20. PREST, A.R. & TURVAY, R. Análise custo-benefício: Uma visão panorâmica. IPEA - INPES. Brasília, 1976, pp 145 - 192.

21. SCHÖHL, Wolfgang W. & LEITÃO, Carlos Eduardo Pini. Propostas para complementar os métodos para avaliação de estradas em regiões rurais. Rio de Janeiro, Centro João XXIII, 1976.
22. SILVA, Ismael Carneiro. Viabilidade econômica para projetos rodoviários, DNER, Divisão de Planejamento, Rio de Janeiro, 1968.
23. SERVIÇOS DE ASSESSORIA, PLANEJAMENTO E ENGENHARIA S.A. Estudo de viabilidade econômica: programa de rodovias vicinais, 1980.

A N E X O    I

## REVISÃO DE ESTATÍSTICA

### Análise da Média e da Variância do Valor Presente de Investimento com Risco

Pretende-se nesta seção restringir a análise probabilística de um projeto de investimento individual. Como os fluxos monetários futuros do projeto de investimento são variáveis aleatórias, a sua soma, transportada para o valor presente será também uma variável aleatória representada por uma distribuição de probabilidade. Pretende-se apresentar fórmulas que permitam calcular o valor esperado (média) e a variância de um único investimento e esclarecer como estas informações probabilísticas podem ajudar o decisor a aceitar ou rejeitar o projeto de investimento<sup>34</sup>

#### Valor Esperado do Valor Presente (Média)

Seja um investimento com os fluxos de caixa  $C_0, C_1, C_2, \dots, C_n$  ao final dos anos  $0, 1, 2, \dots, n$ , onde o fluxo de caixa  $C_i$  ( $i=0, 1, 2, \dots, n$ ) é uma variável aleatória com média  $\mu_i$  o desvio padrão  $\sigma_i$ .

O valor presente será, então dado por:

$$VP = C_0 + (1+k)^{-1}C_1 + \dots + (1+k)^{-n}C_n \quad (22)$$

---

<sup>34</sup> ENSSLIN, Leonardo. Análise de investimento - Florianópolis, UFSC, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, s.d. Artigo Técnico.



onde

VP = Valor presente

k = Taxa de mínima atratividade

Co, C1, ... Cn = Custos anuais

n = Número de períodos

Tomando-se o valor esperado de ambos os lados da fórmula 22 tem-se:

$$E(VP) = \mu_0 + (1+k)^{-1} \mu_1 + \dots (1+k)^{-n} \mu_n \quad (23)$$

onde

E(VP) = Média do valor presente

$\mu_0, \mu_1, \dots, \mu_n$  = Média dos custos

k = Taxa de mínima atratividade

Não se faz nenhuma suposição até aqui quanto as variáveis aleatórias  $C_i$  aplicando-se a quaisquer distribuições.<sup>3 5</sup>

#### Variância do Valor Presente do Investimento

Há que se considerar três situações distintas na determinação da variância do valor presente.

No primeiro caso, os fluxos de caixa  $C_i$  são variáveis aleatórias independentes, no segundo caso os fluxos de caixa são perfeitamente correlacionados e no terceiro caso parte dos fluxos de caixa são perfeitamente correlacionados e os restantes são independentes.

---

<sup>3 5</sup> ENSSLIN, Leonardo. Análise de investimentos. Florianópolis, UFSC, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, s.d. Artigo Técnico.

### Fluxos de Caixa Independentes

Quando os fluxos de caixa  $C_i$  podem ser considerados variáveis aleatórias independentes entre períodos a variância pode ser representada pela fórmula:

$$V(VP) = \sigma_0^2 + (1+k)^{-2} \sigma_1^2 + (1+k)^{-4} \sigma_2^2 + \dots + (1+k)^{-2n} \sigma_n^2 \quad (24)$$

onde

$V(VP)$  = Variância do valor presente

$\sigma_0, \sigma_1, \dots, \sigma_n$  = Desvio Padrão dos custos

$k$  = Taxa de mínima atratividade

Portanto, quando os fluxos de caixa  $C_i$  são independentes, basta multiplicar cada variância do  $C_i$  pelo fator que a transporta para a data presente.<sup>36</sup>

### Fluxos de Caixa Perfeitamente Correlacionados

Duas variáveis aleatórias são perfeitamente correlacionadas se o coeficiente de correlação for igual a unidade. Se duas variáveis aleatórias  $C_i$  e  $C_j$  são perfeitamente correlacionadas têm coeficiente de correlação:

$$\rho = \frac{\text{Cov}(C_i, C_j)}{\sigma_i \times \sigma_j} = 1 \quad (25)$$

onde

$\rho$  = Coeficiente de correlação

$C_n(C_i, C_j)$  = Covariância entre custos  $i$  e custos  $j$

$\sigma_i, \sigma_j$  = Desvio padrão dos custos  $i$  e custos  $j$ .

<sup>36</sup> ENSSLIN, Leonardo. Análise de investimentos. Florianópolis, UFSC, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, s.d. Artigo Técnico.

Seja a equação 25 que representa o valor presente, para dois períodos. A variância terá a seguinte fórmula:

$$V(VP) = \sigma_0^2 + (1+j)^{-2} \sigma_1^2 + (1+j)^{-4} \sigma_2^2 + 2(1+k)^{-1} \text{Cov}(C_0, C_1) + 2(1+k)^{-2} \text{Cov}(C_0, C_2) + 2(1+k)^{-3} \text{Cov}(C_1, C_2) \quad (26)$$

onde

$V(VP)$  = Variância do valor presente

$\sigma_0, \sigma_1 \dots \sigma_2$  = Desvio padrão dos custos

$\text{Cov}(C_0, C_1)$  = Covariância dos custos

Como os fluxos de caixa são perfeitamente correlacionados a covariância pode ser substituída pela

$$V(VP) = \sigma_0^2 + (1+k)^{-2} \sigma_1^2 + (1+k)^{-4} \sigma_2^2 + 2(1+k)^{-1} \sigma_0 \sigma_1 + 2(1+k)^{-2} \sigma_0 \sigma_2 + 2(1+k)^{-3} \sigma_1 \sigma_2 \quad (27)$$

Donde, pode-se concluir que a expressão 27 pode ser assim escrita:

$$V(VP) = \left[ \sigma_0 + (1+k)^{-1} \sigma_1 + (1+k)^{-2} \sigma_2 \right]^2 \quad (28)$$

Assim, quando as variáveis aleatórias forem perfeitamente correlacionadas a variância representa a multiplicação do desvio padrão de cada variável aleatória pelo fator que o transporta para a data presente, adicionando-os e elevando a soma ao quadrado.<sup>37</sup>

Genericamente a variância no caso de correlação perfeita pode ser expressa:

$$V(VP) = \left[ \sigma_0 + (1+k)^{-1} \sigma_1 + \dots + (1+k)^{-n} \sigma_n \right]^2 \quad (29)$$

<sup>37</sup> ENSSLIN, Leonardo. Análise de Investimentos. Florianópolis, UFSC, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, s.d. Artigo técnico.

onde

$V(VP)$  = Variância do valor presente

$\sigma_0, \sigma_1, \dots, \sigma_n$  = Desvio padrão dos fluxos de caixa.

Raramente os investimentos têm fluxos de caixa que sejam variáveis aleatórias todas independentes ou todas perfeitamente correlacionadas.

Sejam os fluxos de caixa  $C'i$  independentes e o fluxo de caixa  $C''i$  perfeitamente correlacionados. O fluxo total é a soma  $Ci = C'i + C''i$ .

Tomando-se dois períodos, tem-se o valor presente:

$$VP = C'o + (1+k)^{-1}C'1 + (1+k)^{-2}C'2 + C''o + (1+k)^{-1}C''1 + (1+k)^{-2}C''2 \quad (30)$$

Sendo os respectivos desvios representados por  $\sigma'i$  e  $\sigma''i$  têm-se a variância:

$$V(VP) = (\sigma'o)^2 + (1+k)^{-1}(\sigma'1)^2 + (1+k)^{-2}(\sigma'2)^2 + \left[ (\sigma''o) + (1+k)^{-1}\sigma''1 + (1+k)^{-2}\sigma''2 \right]^2 \quad (31)$$

Assim, quando existem variáveis aleatórias independentes e perfeitamente correlacionadas calcula-se a variância do fluxo de caixa das variáveis aleatórias independentes e do fluxo de caixa perfeitamente correlacionados separadamente e adicionam-se posteriormente.

Genericamente a equação 31 pode ser escrita:

$$V(VP) = (\sigma'o)^2 + (1+k)^{-1}(\sigma'1)^2 + \dots + (1+k)^{-n}(\sigma'n)^2 + \left[ \sigma''o + (1+k)^{-1}\sigma''1 + \dots + (1+k)^{-n}\sigma''n \right]^2 \quad (32)$$

### Propriedades da Média

Definindo-se a média ou valor esperado de uma variável aleatória nos termos apresentados por GIBRA<sup>38</sup> pode-se verificar as seguintes propriedades:

a) Se  $C$  é uma constante arbitrária e  $X$  é uma variável aleatória, então

$$E(CX) = CE(X)$$

b) Se  $C_1$  e  $C_2$  são duas constantes arbitrárias e  $X_1$  e  $X_2$  são duas variáveis aleatórias, então

$$E(C_1X_1 + C_2X_2) = C_1E(X_1) + C_2E(X_2)$$

c) Se duas variáveis aleatórias são independente então

$$E(X_1 \cdot X_2) = E(X_1) \cdot E(X_2)$$

As demonstrações destas propriedades acham-se apresentadas detalhadamente no GIBRA.<sup>39</sup>

### Propriedades da Variância

Definindo-se a variância, igualmente nos termos apresentados por GIBRA<sup>40</sup> pode-se verificar que a variância apresenta as seguintes propriedades:

a) Se  $C$  é uma constante arbitrária e  $X$  variável aleatória, então

$$V(CX) = C^2V(X)$$

---

<sup>38</sup> GIBRA, Isaac, Probability and Statistical Inference for Scientists and Engineers Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, N.J. 1973.

<sup>39</sup> Ibid

<sup>40</sup> Ibid

b) Se  $X$  é uma variável aleatória, então

$$V(X) = E(X^2) - E(X)^2$$

c) Se  $X$  e  $Y$  são duas variáveis aleatórias independentes, então

$$V(X + Y) = V(X) + V(Y)$$

A comprovação destas propriedades acha-se apresentada com detalhes no GIBRA.

d) Se  $X$  e  $Y$  são duas variáveis aleatórias independentes, então

$$V(X.Y) = V(X).V(Y) + (E(X))^2.V(Y) + (E(Y))^2.V(X)$$

A propriedade acima acha-se no MEYER.<sup>4 1</sup>

### Média Amostral e Variância Amostral

Depois de se obter os valores de uma amostra aleatória, deseja-se geralmente empregá-la com o objetivo de realizar inferência sobre a população representada pela amostra, o que significa a distribuição de probabilidade da variável aleatória que se está estudando. Como os vários parâmetros que caracterizam uma distribuição de probabilidade são números é natural que se queira determinar estas características numéricas que são conseguidas dos valores amostrais. Assim, algumas estatísticas são particularmente interessantes e podem ser definidas:<sup>4 2</sup>

Seja  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$  uma amostra aleatória de uma variável aleatória  $X$ . Define-se:

$$a) \bar{X} = (1/n) \sum_{i=1}^n X_i$$

<sup>4 1</sup> MEYER, Paul L., Probabilidade - Aplicações à Estatística. Ao Livro Técnico S.A. - Rio de Janeiro, 1970.

<sup>4 2</sup> Ibid

é denominada média amostral.

$$b) \sigma^2 = (1/(n-1)) \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

é denominada variância amostral.

Demonstra-se, conforme MEYER, que para uma amostra aleatória de tamanho  $n$ :

$$a) E(\bar{X}) = \mu$$

$$b) V(\bar{X}) = \sigma^2/n$$

c) Para  $n$  grande,  $(\bar{X} - \mu, \sigma/n)$  terá aproximadamente a distribuição Normal  $N(0,1)$ .

Para efeito deste trabalho, adotar-se-á para média a variância das funções de distribuição de probabilidade os valores da média amostral e da variância amostral.

A N E X O 2



| C U S T O   D E   C O N S T R U Ç Ã O             |  |                |               |  |                |                                  |               |            |  |
|---|--|----------------|---------------|--|----------------|----------------------------------|---------------|------------|--|
| CLASSE DA RODOVIA A                               |  | PAVIMENTO: TSD |               |  |                | + VALORES EQUIVALENTE A DATA: 80 |               |            |  |
| T R E C H O                                       |  | EXTENSÃO       | CUSTO         |  | CUSTO UNITÁRIO | CC -CCI                          | (CC -CCI)²    | JAN        |  |
|   |  |                | TOTAL         |  |                |                                  |               |            |  |
|   |  | KM             | Cr\$ 1.000,00 |  | Cr\$ 1.000,00  | Cr\$ 1.000,00                    | Cr\$ 1.000,00 |            |  |
| Ponta da Armação - Gov. Celso Ramos               |  | 12,5           | 84 640        |  | 6 771          | 425                              |               | 180 625    |  |
| Atalanta - Ituporanga                             |  | 22,7           | 142 380       |  | 6 272          | 924                              |               | 853 776    |  |
| S. João do Mirador - Entr. SC-302                 |  | 55,6           | 450 331       |  | 8 099          | 903                              |               | 815 409    |  |
| Ibicui - Entr. BR-470                             |  | 14,6           | 69 750        |  | 4 776          | 2 420                            |               | 5 856 400  |  |
| Oxford - Divisa SC.PR                             |  | 10,0           | 67 849        |  | 6 787          | 409                              |               | 167 281    |  |
| Arnópolis - Alfredo Wagner                        |  | 20,2           | 134 747       |  | 6 670          | 526                              |               | 276 676    |  |
| Passo Manso - Rio Doce                            |  | 53,6           | 422 948       |  | 7 890          | 694                              |               | 481 636    |  |
| Piratuba - Volta Grande                           |  | 25,5           | 244 682       |  | 9 595          | 2 399                            |               | 5 755 201  |  |
| Antônio Carlos - Major Gercino                    |  | 38,1           | 335 787       |  | 8 812          | 1 616                            |               | 2 611 456  |  |
| S João Batista - Major Gercino                    |  | 26,2           | 164 853       |  | 6 285          | 911                              |               | 829 921    |  |
|   |  |                | SOMA I =      |  | 71 957         | SOMA II =                        |               | 17 828 381 |  |
|   |  |                | CC =          |  | 7 196          | VAR = $\frac{SOMA II}{(n-1)}$    |               | 1 980 931  |  |
|   |  |                |               |  |                | σ =                              |               | 1 407      |  |
| + FATORES DE CORREÇÃO DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. |  |                |               |  |                |                                  |               |            |  |

QUADRO 01 - CUSTO DE CONSTRUÇÃO.

| C U S T O   D E   M A N U T E N Ç Ã O |          |  |  |          |          |             |                               |        |  |
|---------------------------------------|----------|--|--|----------|----------|-------------|-------------------------------|--------|--|
| CLASSE DA RODOVIA: A                  |          | PAVIMENTO: PRIMÁRIO + VALORES EQUIVALENTES À DATA JAN/80 |  |          |          |             |                               |        |  |
| RESIDÊNCIA / TRECHO                   | EXTENSÃO | CUSTO  |  | UNITÁRIO | (CC-CMI) | (CM - CMI)² |                               | 105    |  |
|                                       |          | TOTAL  |  |          |          |             |                               |        |  |
|                                       |          | Km\$ 1.000,00Crs\$ 1.000,00Crs\$ 1.000,00                |  |          |          |             |                               |        |  |
| Linha 7 - Encruzilhada de Ouro        | 22,744   | 545,33   |  | 23,98    | 5,22     |             |                               | 27,27  |  |
| Capinzal - Divisa SC/RS               | 44,670   | 1.438,14   |  | 32,19    | 2,99     |             |                               | 8,93   |  |
| Vieira - Herciliópolis                | 58,105   | 1.782,06   |  | 30,67    | 1,47     |             |                               | 2,61   |  |
| Ibicui - BR-470                       | 13,920   | 443,26   |  | 31,84    | 2,64     |             |                               | 6,96   |  |
| BR-282 (São José do Cerrito) - BR-470 | 42,320   | 1.087,18   |  | 25,69    | 3,51     |             |                               | 12,33  |  |
| Urupema                               | 21,000   | 438,78   |  | 20,89    | 8,31     |             |                               | 69,09  |  |
| São Bonifácio - Rio Novo              | 18,200   | 496,64   |  | 27,29    | 1,91     |             |                               | 3,66   |  |
| Flor da Serra - Anchieta              | 27,750   | 988,52   |  | 35,62    | 6,42     |             |                               | 41,19  |  |
| Campo Erê - Guaraciaba                | 61,200   | 2.166,12   |  | 35,39    | 6,19     |             |                               | 38,29  |  |
| Anchieta - Romelândia                 | 38,750   | 1.336,13   |  | 34,48    | 5,28     |             |                               | 27,16  |  |
| Ipuaçu - Abelardo Luz                 | 12,550   | 290,88   |  | 23,18    | 6,02     |             |                               | 36,26  |  |
|                                       |          | SOMA I =   |  | 321,33   |          |             |                               | 274,18 |  |
|                                       |          | CM = $\frac{SOMA I}{n}$                                  |  | 29,20    |          |             | VAR = $\frac{SOMA II}{(n-1)}$ | 27,418 |  |
|                                       |          |  |  |          |          |             | σ =                           | 5,24   |  |

QUADRO 02A - CUSTO DE CONSERVAÇÃO

| C U S T O   D E   M A N U T E N Ç Ã O |          |                         |               |                               |                                       |                         |               |                 |  |
|---------------------------------------|----------|-------------------------|---------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------|--|
| CLASSE DA RODOVIA: A                  |          | PAVIMENTO: TSD          |               |                               | + VALORES EQUIVALENTES A DATA: JAN/80 |                         |               |                 |  |
| RESIDÊNCIA / TRECHO                   | EXTENSÃO | CUSTO                   |               | CUSTO UNITÁRIO                | (CC-CMI)                              | (CM - CMI) <sup>2</sup> |               | 10 <sup>6</sup> |  |
|                                       |          | TOTAL                   |               |                               |                                       |                         |               |                 |  |
|                                       |          | Cr\$ 1.000,00           | Cr\$ 1.000,00 |                               |                                       | Cr\$ 1.000,00           | Cr\$ 1.000,00 |                 |  |
| Linha 7 - Encruzilhada de Ouro        | 22,744   | 1.313,24                | 57,74         | 8,17                          | 66,72                                 |                         |               |                 |  |
| Capinzal - Divisa SC/RS               | 44,670   | 3.074,95                | 68,84         | 2,93                          | 8,60                                  |                         |               |                 |  |
| Videira - Hercílioópolis              | 58,105   | 4.053,51                | 69,76         | 3,85                          | 14,84                                 |                         |               |                 |  |
| Ibicui - BR-470                       | 13,920   | 951,78                  | 68,37         | 2,76                          | 6,06                                  |                         |               |                 |  |
| BR-282 (São José do Cerrito) BR-470   | 42,320   | 2.541,40                | 60,05         | 5,86                          | 34,32                                 |                         |               |                 |  |
| Urupema - Rio Rufino                  | 21,000   | 1.125,15                | 53,58         | 12,33                         | 151,98                                |                         |               |                 |  |
| São Bonifácio - Rio Novo              | 18,200   | 1.132,22                | 62,21         | 3,70                          | 13,68                                 |                         |               |                 |  |
| Flor da Serra - Anchieta              | 27,750   | 2.038,54                | 73,46         | 7,55                          | 57,03                                 |                         |               |                 |  |
| Campo Erê - Guaraciaba                | 61,200   | 4.476,94                | 73,15         | 7,24                          | 52,45                                 |                         |               |                 |  |
| Anchieta - Romelândia                 | 38,750   | 2.786,88                | 71,92         | 6,01                          | 36,14                                 |                         |               |                 |  |
| Ipuaçu - Abelardo Luz                 | 12,550   | -                       | -             | -                             | -                                     |                         |               |                 |  |
|                                       |          | SOMA I =                | 659,08        |                               | 441,82                                |                         |               |                 |  |
|                                       |          | CM = $\frac{SOMA I}{n}$ | 65,91         | VAR = $\frac{SOMA II}{(n-1)}$ | 49,09                                 |                         |               |                 |  |
|                                       |          |                         |               | $\sigma =$                    | 7,01                                  |                         |               |                 |  |

QUADRO 02B - CUSTO DE CONSERVAÇÃO

## VOLUME DE TRAFEGO

FOLHA DE COLETA

1 1 1

ESTADO: SANTA CATARINA

SC

RODOVIA: SC-407

1 2 0 2 7 9

POSTO:

LOCAL: Km. DE

ENTRE (1) -

E(2)

ORIENTAÇÃO: A ESQUERDA(1) OU (2) -

A DIREITA(1) OU(2) -

SENTIDO:

OBSERVAÇÕES:

| HORA         | CARROS DE PASSEIO | ONIBUS | CAMIONETAS | CAMINHÕES SIMPLES | CAMINHÕES DUPLCS | RESCQUE E SEMI-REBOQUE | OUTROS |
|--------------|-------------------|--------|------------|-------------------|------------------|------------------------|--------|
| DE 00 00 00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24 00 00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| 12.02.79     |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| DE 00 00 00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24 00 00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| 13.02.79     |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| DE 00 00 00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24 00 00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| 14.02.79     |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| DE 00 00 00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24 00 00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| 11.04.79     |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| DE 00 00 00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24 00 00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| 12.04.79     |                   |        |            |                   |                  |                        |        |

QUADRO 03A VOLUME DE TRÁFEGO

# VOLUME DE TRAFEGO

## FOLHA DE COLETA

1 1

ESTADO: SANTA CATARINA

SC

RODOVIA: SC-407

1 3 0 4 7 9

POSTO:

LOCAL: Km. DE

ENTRE (1)

E(2)

ORIENTAÇÃO: A ESQUERDA(1) OU (2)

A DIREITA(1)OU(2)

SENTIDO:

OBSERVAÇÕES:

| HORA         | CARROS DE PASSEIO | ONIBUS | CAMIONETAS | CAMINHOS SIMPLES | CAMINHOS DUPLOS | REBOQUE E SEMI-REBOQUE | OUTROS |
|--------------|-------------------|--------|------------|------------------|-----------------|------------------------|--------|
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| 13.04.79     |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| 09.06.79     |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| 10.06.79     |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| 11.06.79     |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                  |                 |                        |        |
| 14.08.79     |                   |        |            |                  |                 |                        |        |

QUADRO 03B VOLUME DE TRAFEGO

# VOLUME DE TRAFEGO

## FOLHA DE COLETA

ESTADO: SANTA CATARINA

SC

RODOVIA: SC-407

DATA: 15/08/79

POSTO: 9

LOCAL: Km. DE

ENTRE (1)

E (2)

ORIENTAÇÃO: A ESQUERDA (1) OU (2)

A DIREITA (1) OU (2)

SENTIDO:

OBSERVAÇÕES:

| HORA         | CARROS DE PASSEIO | ONIBUS | CAMIONETAS | CAMINHÕES SIMPLES | CAMINHÕES DUPLOS | REBOQUE E SEMI-REBOQUE | OUTROS |
|--------------|-------------------|--------|------------|-------------------|------------------|------------------------|--------|
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| 15.08.79     |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| 16.08.79     |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| DE 00.00.00  |                   |        |            |                   |                  |                        |        |
| ATE 24.00.00 |                   |        |            |                   |                  |                        |        |

| VOLUME DIÁRIO DE TRÁFEGO     |                    |       |     |      |     |      |       |        |     |      |     |     |     |
|------------------------------|--------------------|-------|-----|------|-----|------|-------|--------|-----|------|-----|-----|-----|
| TRECHO: SÃO PEDRO - ANGELINA |                    |       |     |      |     |      |       |        |     |      |     |     |     |
| CLASSE DA RODOVIA: A         |                    |       |     |      |     |      |       |        |     |      |     |     |     |
| DIA                          | GRUPOS DE VEÍCULOS |       |     |      |     |      |       |        |     |      |     |     |     |
|                              | G1                 | G2    | G3  | G4   | G5  | G6   | G7    | G8     | G9  | G10  | G11 | G12 | G13 |
| 12/2                         | 249                | 1.600 | 26  | 1    | 21  | 4    | 88    | 196    | 15  | 9    |     |     |     |
| 13/2                         | 264                | 625   | 26  | 1    | 26  | 9    | 86    | 256    | 13  | 1    |     |     |     |
| 14/2                         | 243                | 2.116 | 26  | 1    | 22  | 1    | 123   | 441    | 15  | 9    |     |     |     |
| 11/4                         | 301                | 144   | 26  | 1    | 19  | 16   | 119   | 289    | 14  | 4    |     |     |     |
| 12/4                         | 321                | 1.024 | 26  | 1    | 24  | 1    | 115   | 169    | 9   | 9    |     |     |     |
| 13/4                         | 327                | 1.444 | 26  | 1    | 19  | 16   | 92    | 100    | 9   | 9    |     |     |     |
| 09/6                         | 291                | 4     | 26  | 1    | 23  | -    | 85    | 289    | 13  | 1    |     |     |     |
| 10/6                         | 297                | 64    | 31  | 16   | 24  | 1    | 118   | 256    | 12  | -    |     |     |     |
| 11/6                         | 304                | 225   | 30  | 9    | 26  | 9    | 115   | 169    | 9   | 9    |     |     |     |
| 14/8                         | 324                | 1.225 | 30  | 9    | 22  | 1    | 98    | 16     | 12  | -    |     |     |     |
| 15/8                         | 273                | 256   | 25  | 4    | 27  | 16   | 96    | 36     | 11  | 1    |     |     |     |
| 18/8                         | 281                | 64    | 25  | 4    | 19  | 16   | 94    | 64     | 12  | -    |     |     |     |
| SOMA                         | 3.475              |       | 323 |      | 272 |      | 1.229 |        | 144 |      |     |     |     |
| PROD.                        | 289                |       | 27  |      | 23  |      | 102   |        | 12  |      |     |     |     |
|                              | SOMA               | 8.791 |     | 49   |     | 90   |       | 2.281  |     | 52   |     |     |     |
|                              | PROD.              | 799   |     | 4,45 |     | 8,18 |       | 207,36 |     | 4,73 |     |     |     |

| FLUXO DE TRÁFEGO FUTURO |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| TRECHO:                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |      |      |      |      |      |      |
| GRUPO DE VEÍCULOS       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |      |      |      |      |      |      |
| ANO                     | G1 (5,7%)       |                 | G2 (3,3%)       |                 | G3 (4,4%)       |                 | G4 (4,4%)       |                 | G5 (4,4%)       |                 | G6   |      | G7   |      |      |      |
|                         | MED.            | VAR.            | MED.            | VAR.            | MED.            | VAR.            | MED.            | VAR.            | MED.            | VAR.            | MED. | VAR. | MED. | VAR. | MED. | VAR. |
|                         | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> |      |      |      |      |      |      |
| 80                      | 104,04          | 287,64          | 9,72            | 1,60            | 8,28            | 2,94            | 36,72           | 74,65           | 4,32            | 1,70            |      |      |      |      |      |      |
| 81                      | 109,97          | 321,36          | 10,04           | 1,70            | 8,55            | 3,20            | 40,02           | 81,36           | 4,51            | 1,85            |      |      |      |      |      |      |
| 82                      | 116,23          | 359,04          | 10,37           | 1,82            | 8,83            | 3,49            | 41,78           | 88,68           | 4,70            | 2,01            |      |      |      |      |      |      |
| 83                      | 122,86          | 401,14          | 10,71           | 1,94            | 9,12            | 3,80            | 43,62           | 96,65           | 4,91            | 2,20            |      |      |      |      |      |      |
| 84                      | 129,89          | 448,17          | 11,06           | 2,07            | 9,42            | 4,14            | 45,54           | 105,34          | 5,13            | 2,39            |      |      |      |      |      |      |
| 85                      | 137,26          | 500,72          | 11,43           | 2,21            | 9,73            | 4,52            | 47,54           | 114,82          | 5,35            | 2,61            |      |      |      |      |      |      |
| 86                      | 145,09          | 559,43          | 11,81           | 2,36            | 10,06           | 4,92            | 49,63           | 125,15          | 5,59            | 2,85            |      |      |      |      |      |      |
| 87                      | 153,36          | 625,02          | 12,20           | 2,52            | 10,39           | 5,37            | 51,82           | 136,40          | 5,83            | 3,10            |      |      |      |      |      |      |
| 88                      | 162,10          | 698,31          | 12,60           | 2,68            | 10,73           | 5,85            | 54,10           | 148,67          | 6,09            | 3,38            |      |      |      |      |      |      |
| 89                      | 171,34          | 780,18          | 13,01           | 2,87            | 11,09           | 6,38            | 56,48           | 162,04          | 6,36            | 3,69            |      |      |      |      |      |      |
| 90                      | 181,11          | 871,66          | 13,44           | 3,06            | 11,83           | 6,95            | 58,96           | 176,61          | 6,64            | 4,02            |      |      |      |      |      |      |
| 91                      | 191,43          | 973,86          | 13,89           | 3,26            | 12,22           | 7,58            | 61,56           | 192,50          | 6,93            | 4,38            |      |      |      |      |      |      |



CUSTO OPERACIONAL DOS VEÍCULOS.

Cr\$. JAN/80

Cr\$

GRUPOS DE VEÍCULOS

| TIPO DE ESTRADA<br>(PAVIMENTO/REGIÃO)                                | G1   |        | G2    |      | G3   |       | G4    |      | G5    |      | G6    |      | G7   |      |
|--|------|--------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|
|  | MED. | VAR.   | MED.  | VAR. | MED. | VAR.  | MED.  | VAR. | MED.  | VAR. | MED.  | VAR. | MED. | VAR. |
| Terra/Montanhosa   | 6,30 | 0,82   | 24,44 | 8,47 | 7,30 | 0,86  | 23,93 | 9,58 | 23,93 | 9,58 | 23,93 | 9,58 |      |      |
| ATDS/Montanhosa  | 3,70 | 0,0028 | 17,25 | 0,34 | 4,40 | 0,003 | 15,41 | 0,43 | 15,41 | 0,43 | 15,41 | 0,43 |      |      |
| FONTE: SAPSA, Serviços de Assessoria - Planejamento e Engenharia S/A |      |        |       |      |      |       |       |      |       |      |       |      |      |      |

| REDUÇÃO DO CUSTO OPERACIONAL POR VEÍCULO |                          |       |      |            |          |       |                          |       |        |            |         |         |            |      |
|--|--------------------------|-------|------|------------|----------|-------|--------------------------|-------|--------|------------|---------|---------|------------|------|
| Cr\$                                     |                          |       |      |            |          |       |                          |       |        |            |         |         |            |      |
| VALOR EQUIVALENTE À DATA: JAN/80         |                          |       |      |            |          |       |                          |       |        |            |         |         |            |      |
| GRUPO DE VEÍCULO                         | "SEM" (Pavimento/Região) |       |      | TERRA/MONT |          |       | "COM" (Pavimento/Região) |       |        | ATSD/MONT. |         |         | REDUÇÃO DO |      |
|  | CUSTO/KM                 |       |      | Km         | CUSTO/KM |       | Km.                      | CUSTO |        | MED.       | VAR.    | MED.    | VAR.       |      |
|  | MED.                     | VAR.  |      |            | MED.     | VAR.  |                          | MED.  | VAR.   |            |         |         |            | MED. |
|  | 1                        | 2     | 3    | 4=1x3      | 5=2x3    | 6     | 7                        | 8     | 9 =6x3 | 10=7x3     | 11=4-17 | 12=5-13 |            |      |
| 61                                       | 6,30                     | 0,820 | 28,9 | 182,07     | 22,70    | 3,70  | 0,0028                   | 28,7  | 106,19 | 0,08       | 75,88   | 23,62   |            |      |
| 62                                       | 24,44                    | 8,478 | 28,9 | 706,32     | 245,01   | 17,25 | 0,34                     | 28,7  | 495,08 | 5,87       | 211,24  | 239,14  |            |      |
| 63                                       | 7,30                     | 9,86  | 28,9 | 210,97     | 24,85    | 4,40  | 0,003                    | 28,7  | 126,28 | 0,09       | 84,62   | 24,76   |            |      |
| 64                                       | 23,93                    | 9,58  | 28,9 | 691,58     | 276,86   | 15,41 | 0,43                     | 28,7  | 442,27 | 12,34      | 249,31  | 264,52  |            |      |
| 65                                       | 23,93                    | 9,58  | 28,9 | 691,58     | 276,86   | 15,41 | 0,43                     | 28,7  | 442,27 | 12,34      | 249,31  | 264,52  |            |      |
| 66                                       |                          |       |      |            |          |       |                          |       |        |            |         |         |            |      |
| 67                                       |                          |       |      |            |          |       |                          |       |        |            |         |         |            |      |
| FONTE                                    |                          |       |      |            |          |       |                          |       |        |            |         |         |            |      |

QUADRO 07 - REDUÇÃO DO CUSTO OPERACIONAL POR VEÍCULO.

| FLUXO DOS BENEFÍCIOS DIRETOS   |                  |        |              |       |               |                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                |     |
|--|------------------|--------|--------------|-------|---------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------|-----|
| GRUPO DE VEÍCULOS: G1  |                  |        |              |       |               |                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                |     |
| ANO  | FLUXO DE TRÁFEGO |        | REDUÇÃO Cr\$ |       | $\sqrt{V}^2$  | $\frac{RC^2}{V}$ | VAR (v)<br>VAR <sup>x</sup> (co) | MED (v)<br>MED <sup>x</sup> (co) | VAR (co)<br>VAR <sup>x</sup> (v) | MED (co)<br>MED <sup>x</sup> (v) | BENEFÍCIO Cr\$ |     |
|  | MED              | VAR    | MED          | VAR   |               |                  |                                  |                                  |                                  |                                  | MED            | VAR |
|  | 1                | 2      | 3            | 4     | $5=1^2 \cdot$ | $6=3^2$          | $7=2 \times 4$                   | $8=5 \times 4$                   | $9=6 \times 2$                   | $10=1 \times 3$                  | $11=7+3+3$     |     |
|  | $10^3$           | $10^3$ |              |       | $10^9$        |                  | $10^6$                           | $10^9$                           | $10^9$                           | $10^6$                           | $10^9$         |     |
| 80   | 104,04           | 287,64 | 75,88        | 23,62 | 10,824        | 5 757            | 6,794                            | 255,66                           | 1,656                            | 7,894                            | 257,33         |     |
| 81   | 109,97           | 321,76 | 75,88        | 23,62 | 12,093        | 5 757            | 7,590                            | 285,64                           | 1,850                            | 8,344                            | 287,50         |     |
| 82   | 116,23           | 359,04 | 75,88        | 23,62 | 13,511        | 5 757            | 8,480                            | 319,13                           | 2,067                            | 8,820                            | 321,21         |     |
| 83   | 122,86           | 401,14 | 75,88        | 23,62 | 15,095        | 5 757            | 9,474                            | 356,55                           | 2,309                            | 9,322                            | 358,87         |     |
| 84   | 129,89           | 448,17 | 75,88        | 23,62 | 16,865        | 5 757            | 10,585                           | 398,36                           | 2,580                            | 9,854                            | 400,95         |     |
| 85   | 137,36           | 500,72 | 75,88        | 23,62 | 18,843        | 5 757            | 11,827                           | 445,07                           | 2,883                            | 10,416                           | 447,96         |     |
| 86   | 145,09           | 559,43 | 75,88        | 23,62 | 21,052        | 5 757            | 13,213                           | 497,25                           | 3,221                            | 11,009                           | 500,49         |     |
| 87   | 153,36           | 625,02 | 75,88        | 23,62 | 23,520        | 5 757            | 14,763                           | 555,55                           | 3,598                            | 11,637                           | 559,17         |     |
| 88   | 162,10           | 698,31 | 75,88        | 23,62 | 26,278        | 5 757            | 16,494                           | 620,69                           | 4,020                            | 12,300                           | 624,73         |     |
| 89   | 171,34           | 780,18 | 75,88        | 23,62 | 29,359        | 5 757            | 18,428                           | 693,47                           | 4,492                            | 13,001                           | 697,98         |     |
| 90   | 181,11           | 871,66 | 75,88        | 23,62 | 32,802        | 5 757            | 20,588                           | 774,78                           | 5,018                            | 13,742                           | 779,82         |     |
| 91   | 191,43           | 973,86 | 75,88        | 23,62 | 36,648        | 5 757            | 23,002                           | 865,62                           | 5,607                            | 14,262                           | 871,25         |     |
| FÓRMULA $ED = \sqrt{V} \times \frac{RC}{V} \times VAR = VAR(v) \times VAR(co) + MED(v)^2 \times MED(co)^2 \times VAR(v)$ . |                  |        |              |       |               |                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                |     |

| FLUXO DOS BENEFÍCIOS DIRETOS  |                  |        |              |        |                    |                                  |                                  |                                  |                                  |                 |                      |  |
|---|------------------|--------|--------------|--------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------------|--|
| GRUPO DE VEÍCULOS: G2   |                  |        |              |        |                    |                                  |                                  |                                  |                                  |                 |                      |  |
| ANO   | FLUXO DE TRÁFEGO |        | REDUÇÃO CR\$ |        | $\frac{V^2}{RC^2}$ | VAR (v)<br>VAR <sup>x</sup> (co) | MED (v)<br>VAR <sup>x</sup> (co) | MED (co)<br>VAR <sup>x</sup> (v) | MED (co)<br>VAR <sup>x</sup> (v) | BENEFÍCIO CR\$  |                      |  |
|   | MED              | VAR    | MED          | VAR    |                    |                                  |                                  |                                  |                                  | MED             | VAR                  |  |
|   | 1                | 2      | 3            | 4      | $5=1^2$            | $6=3^2$                          | $7=2 \times 4$                   | $8=5 \times 4$                   | $9=6 \times 2$                   | $10=1 \times 3$ | $11=7 \div 3 \div 3$ |  |
|   | $10^3$           | $10^3$ |              |        | $10^6$             | $10^6$                           | $10^6$                           | $10^9$                           | $10^6$                           | $10^6$          | $10^9$               |  |
| 80  | 9,72             | 1,60   | 211,24       | 239,14 | 94,47              | 44 622                           | 0,3826                           | 22,593                           | 71,395                           | 2,053           | 22,665               |  |
| 81  | 10,04            | 1,70   | 211,24       | 239,14 | 100,14             | 44 622                           | 0,4082                           | 24,109                           | 76,115                           | 2,121           | 24,185               |  |
| 82  | 10,37            | 1,82   | 211,24       | 239,14 | 107,58             | 44 622                           | 0,4756                           | 25,726                           | 81,296                           | 2,191           | 25,801               |  |
| 83  | 10,71            | 1,94   | 211,24       | 239,14 | 114,79             | 44 622                           | 0,4649                           | 27,452                           | 86,750                           | 2,263           | 27,540               |  |
| 84  | 11,06            | 2,07   | 211,24       | 239,14 | 122,49             | 44 622                           | 0,4961                           | 29,294                           | 92,570                           | 2,337           | 29,387               |  |
| 85  | 11,43            | 2,21   | 211,24       | 239,14 | 130,71             | 44 622                           | 0,5293                           | 31,259                           | 98,780                           | 2,415           | 31,359               |  |
| 86  | 11,81            | 2,36   | 211,24       | 239,14 | 139,48             | 44 622                           | 0,5649                           | 33,357                           | 105,408                          | 2,494           | 33,463               |  |
| 87  | 12,20            | 2,52   | 211,24       | 239,14 | 148,84             | 44 622                           | 0,6028                           | 35,595                           | 112,480                          | 2,577           | 35,708               |  |
| 88  | 12,60            | 2,68   | 211,24       | 239,14 | 158,83             | 44 622                           | 0,6432                           | 37,983                           | 120,026                          | 2,662           | 38,103               |  |
| 89  | 13,01            | 2,87   | 211,24       | 239,14 | 169,48             | 44 662                           | 0,6864                           | 40,531                           | 128,079                          | 2,750           | 40,660               |  |
| 90  | 13,44            | 3,06   | 211,24       | 239,14 | 180,85             | 44 662                           | 0,7324                           | 43,250                           | 136,671                          | 2,840           | 43,387               |  |
| 91  | 13,89            | 3,26   | 211,24       | 239,14 | 192,99             | 44 662                           | 0,7815                           | 46,152                           | 145,840                          | 2,934           | 46,298               |  |
| FÓRMULA $SD = \sqrt{V \times RC} \div VAR = VAR(V) \times VAR(CO) + MED(V)^2 \times VAR(V)$ |                  |        |              |        |                    |                                  |                                  |                                  |                                  |                 |                      |  |

QUADRO 08B - FLUXOS DOS BENEFÍCIOS DIRETOS

| FLUXO DOS BENEFÍCIOS DIRETOS  |                  |        |              |       |               |                |                            |                          |                          |                 |            |  |
|---|------------------|--------|--------------|-------|---------------|----------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------|--|
| GRUPO DE VEÍCULOS: G3   |                  |        |              |       |               |                |                            |                          |                          |                 |            |  |
| ANO   | FLUXO DE TRÁFEGO |        | REDUÇÃO CR\$ |       | $\frac{V}{2}$ | $\frac{RC}{2}$ | $\frac{VAR(V)}{VAR^2(CO)}$ | $\frac{MED(V)}{VAR(CO)}$ | $\frac{MED(CO)}{VAR(V)}$ | BENEFÍCIO CR\$  |            |  |
|   | MED              | VAR    | MED          | VAR   |               |                |                            |                          |                          | MED             | VAR        |  |
|   | 1                | 2      | 3            | 4     | $5=1^2$       | $6=3^2$        | $7=2 \times 4$             | $8=5 \times 4$           | $9=6 \times 2$           | $10=1 \times 3$ | $11=7+5+9$ |  |
|   | $10^3$           | $10^3$ |              |       | $10^6$        |                | $10^6$                     | $10^8$                   | $10^6$                   | $10^6$          | $10^9$     |  |
| 80  | 8,28             | 2,94   | 84,69        | 24,76 | 74,724        | 7 172          | 0,0793                     | 1,850                    | 22,983                   | 0,732           | 1,873      |  |
| 81  | 8,55             | 3,20   | 84,69        | 24,76 | 81,444        | 7 172          | 0,0864                     | 2,016                    | 25,050                   | 0,764           | 2,041      |  |
| 82  | 8,83             | 3,49   | 84,69        | 24,76 | 88,769        | 7 172          | 0,0942                     | 2,197                    | 27,303                   | 0,797           | 2,225      |  |
| 83  | 9,12             | 3,80   | 84,69        | 24,76 | 96,753        | 7 172          | 0,1027                     | 2,395                    | 29,758                   | 0,833           | 2,425      |  |
| 84  | 9,42             | 4,14   | 84,69        | 24,76 | 105,45        | 7 172          | 0,1119                     | 2,611                    | 32,435                   | 0,869           | 2,643      |  |
| 85  | 9,73             | 4,52   | 84,69        | 24,76 | 114,93        | 7 172          | 0,1220                     | 2,845                    | 35,352                   | 0,9079          | 2,8813     |  |
| 86  | 10,06            | 4,92   | 84,69        | 24,76 | 125,27        | 7 172          | 0,1330                     | 3,101                    | 38,531                   | 0,9479          | 3,1404     |  |
| 87  | 10,39            | 5,37   | 84,69        | 24,76 | 136,54        | 7 172          | 0,1449                     | 3,380                    | 41,997                   | 0,9896          | 3,4229     |  |
| 88  | 10,73            | 5,85   | 84,69        | 24,76 | 148,82        | 7 172          | 0,1580                     | 3,684                    | 45,774                   | 1,0331          | 3,7307     |  |
| 89  | 11,09            | 6,38   | 84,69        | 24,76 | 162,20        | 7 172          | 0,1722                     | 4,016                    | 49,890                   | 1,0786          | 4,0663     |  |
| 90  | 11,83            | 6,95   | 84,69        | 24,76 | 176,79        | 7 172          | 0,1877                     | 4,377                    | 54,377                   | 1,1260          | 4,4320     |  |
| 91  | 12,22            | 7,58   | 84,69        | 24,76 | 192,69        | 7 172          | 0,2046                     | 4,771                    | 59,268                   | 1,1756          | 4,8306     |  |
| FÓRMULA $ED = \sqrt{V} \times RC$ e $VAR = VAR(V) \times VAR(CO) + MED(V)^2 \times VAR(CO)^2 \times VAR(V)$ . |                  |        |              |       |               |                |                            |                          |                          |                 |            |  |

| FLUXO DOS BENEFÍCIOS DIRETOS  |                  |        |              |        |             |                  |                            |                            |                              |                   |                  |  |
|---|------------------|--------|--------------|--------|-------------|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|------------------|--|
| GRUPO DE VEÍCULOS: G4   |                  |        |              |        |             |                  |                            |                            |                              |                   |                  |  |
| ANO   | FLUXO DE TRÁFEGO |        | REDUÇÃO Cr\$ |        | $\bar{V}^2$ | $\frac{RC^2}{V}$ | $\frac{VAR^x}{VAR^x (co)}$ | $\frac{MED (V)}{VAR (co)}$ | $\frac{MED (co)^2}{VAR (V)}$ | BENEFÍCIO Cr\$    |                  |  |
|   | MED              | VAR    | MED          | VAR    |             |                  |                            |                            |                              | MED               | VAR              |  |
|   | 1                | 2      | 3            | 4      | $5 = 1^2$   | $6 = 3^2$        | $7 = 2 \times 4$           | $8 = 5 \times 4$           | $9 = 6 \times 2$             | $10 = 1 \times 3$ | $11 = 7 + 5 + 3$ |  |
|   | $10^3$           | $10^3$ |              |        | $10^9$      |                  | $10^6$                     | $10^9$                     | $10^9$                       | $10^6$            | $10^9$           |  |
| 80  | 36,72            | 74,65  | 249,31       | 264,52 | 1,469       | 62 155           | 21,522                     | 388,74                     | 5,057                        | 9,557             | 393,82           |  |
| 81  | 40,02            | 81,36  | 249,31       | 264,52 | 1,601       | 62 155           | 23,457                     | 423,70                     | 5,512                        | 9,977             | 429,24           |  |
| 82  | 41,78            | 88,68  | 249,31       | 264,52 | 1,745       | 62 155           | 25,567                     | 461,81                     | 6,007                        | 10,417            | 467,84           |  |
| 83  | 43,62            | 96,65  | 249,31       | 264,52 | 1,902       | 62 155           | 27,867                     | 503,34                     | 6,548                        | 10,875            | 509,92           |  |
| 84  | 45,54            | 105,34 | 249,31       | 264,52 | 2,074       | 62 155           | 30,373                     | 548,61                     | 7,136                        | 11,353            | 555,78           |  |
| 85  | 47,54            | 114,82 | 249,31       | 264,52 | 2,260       | 62 155           | 33,105                     | 597,95                     | 7,778                        | 11,853            | 605,76           |  |
| 86  | 49,63            | 125,15 | 249,31       | 264,52 | 2,463       | 62 155           | 36,082                     | 651,73                     | 8,478                        | 12,375            | 660,24           |  |
| 87  | 51,82            | 136,40 | 249,31       | 264,52 | 2,685       | 62 155           | 39,327                     | 710,34                     | 9,240                        | 12,919            | 719,62           |  |
| 88  | 54,10            | 148,67 | 249,31       | 264,52 | 2,926       | 62 155           | 42,864                     | 774,23                     | 10,072                       | 13,487            | 784,34           |  |
| 89  | 56,48            | 162,04 | 249,31       | 264,52 | 3,190       | 62 155           | 46,719                     | 843,86                     | 10,977                       | 14,081            | 854,89           |  |
| 90  | 58,96            | 176,61 | 248,31       | 264,52 | 3,477       | 62 155           | 50,921                     | 919,76                     | 11,965                       | 14,701            | 931,77           |  |
| 91  | 61,56            | 192,50 | 249,31       | 264,52 | 3,789       | 62 155           | 55,500                     | 1.002,24                   | 13,041                       | 15,347            | 1.015,57         |  |
| FÓRMULA $\bar{E} = \bar{V} \times RC$ e $VAR = VAR(V) \times VAR(CO) + MED(CO)^2 \times VAR(V)$ . |                  |        |              |        |             |                  |                            |                            |                              |                   |                  |  |

QUADRO 08 D.- FLUXOS DOS BENEFÍCIOS DIRETOS



| F L U X O   D O S   B E N E F Í C I O S   A C U M U L A D O S |   |   |
|---|---|---|
| A N O   | B E N E F Í C I O S                             | C r \$  |
|   | M É D I A                                       | V A R I Á N C I A                                   |
|   | $\Sigma(\text{MÉDIA (V}_i\text{)}) \times 10^6$ | $\Sigma(\text{VARIÂNCIA (V}_i\text{)}) \times 10^9$ |
| 80  | -   | -   |
| 81  | 22,379  | 748,956   |
| 82  | 23,450  | 823,612   |
| 83  | 24,571  | 905,871   |
| 84  | 25,748  | 996,516   |
| 85  | 26,986  | 1.096,505   |
| 86  | 28,281  | 1.206,547   |
| 87  | 29,642  | 1.327,966   |
| 88  | 31,068  | 1,461,850   |
| 89  | 32,567  | 1.609,530   |
| 90  | 34,138  | 1.772,412   |
| 91  | 35,524  | 1.952,822   |

QUADRO 05 - FLUXO DE BENEFÍCIOS ACUMULADOS.



| FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO |         |        |               |           |                      |                      |
|----------------------------|---------|--------|---------------|-----------|----------------------|----------------------|
| "SEM" CULTIVO: FEIJÃO      |         |        |               |           |                      |                      |
| ANO                        | ÁREA    |        | CUSTO/HECTARE |           | FLUXO DE CUSTOS      |                      |
|                            | HECTARE | MÉDIA  | Cr\$          | VARIÂNCIA | MÉDIA                | VARIÂNCIA            |
|                            |         |        | Cr\$          | Cr\$      | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> |
| 80                         | 450     | 18 500 | 12 000        | 8,33      | 5,400                |                      |
| 81                         | 459     | 18 500 | 12 000        | 8,49      | 5,508                |                      |
| 82                         | 468     | 18 500 | 12 000        | 8,66      | 5,618                |                      |
| 83                         | 477     | 18 500 | 12 000        | 8,83      | 5,730                |                      |
| 84                         | 487     | 18 500 | 12 000        | 9,01      | 5,845                |                      |
| 85                         | 496     | 18 500 | 12 000        | 9,19      | 5,962                |                      |
| 86                         | 506     | 18 500 | 12 000        | 9,38      | 6,081                |                      |
| 87                         | 516     | 18 500 | 12 000        | 9,56      | 6,202                |                      |
| 88                         | 527     | 18 500 | 12 000        | 9,75      | 6,326                |                      |
| 89                         | 537     | 18 500 | 12 000        | 9,95      | 6,453                |                      |
| 90                         | 548     | 18 500 | 12 000        | 10,15     | 6,582                |                      |
| 91                         | 559     | 18 500 | 12 000        | 10,35     | 6,714                |                      |

QUADRO 10 A - FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO

| FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO |                          |                           |                   |                      |                      |                                  |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| A N O                      | "COM"                    |                           |                   | CULTIVO: FEIJÃO      |                      |                                  |
|                            | Á R E A<br>H E C T A R E | C U S T O / H E C T A R E |                   | F L U X O D E        |                      | C U S T O S<br>V A R I Á N C I A |
|                            |                          | M É D I A                 | V A R I Á N C I A | M É D I A            |                      |                                  |
|                            |                          | Cr\$                      | Cr\$              | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> |                                  |
| 80                         | 450                      | 18 500                    | 12 000            | 8,33                 | 5,400                |                                  |
| 81                         | 468                      | 18 500                    | 12 000            | 8,66                 | 5,516                |                                  |
| 82                         | 486                      | 18 500                    | 12 000            | 9,00                 | 5,840                |                                  |
| 83                         | 506                      | 18 500                    | 12 000            | 9,36                 | 6,074                |                                  |
| 84                         | 526                      | 18 500                    | 12 000            | 9,74                 | 6,317                |                                  |
| 85                         | 547                      | 18 500                    | 12 000            | 10,13                | 6,569                |                                  |
| 86                         | 569                      | 18 500                    | 12 000            | 10,53                | 6,832                |                                  |
| 87                         | 592                      | 18 500                    | 12 000            | 10,96                | 7,106                |                                  |
| 88                         | 615                      | 18 500                    | 12 000            | 11,39                | 7,309                |                                  |
| 89                         | 640                      | 18 500                    | 12 000            | 11,85                | 7,615                |                                  |
| 90                         | 666                      | 18 500                    | 12 000            | 12,32                | 7,993                |                                  |
| 91                         | 696                      | 18 500                    | 12 000            | 12,82                | 8,313                |                                  |

| FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO |         |               |                      |                      |                      |
|----------------------------|---------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| "SEM" CULTIVO: TOMATE      |         |               |                      |                      |                      |
| ANO                        | ÁREA    | CUSTO/HECTARE |                      | FLUXO DE CUSTOS      |                      |
|                            | HECTARE | MÉDIA         | VARIÂNCIA            | MÉDIA                | VARIÂNCIA            |
|                            |         | Cr\$          | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |
| 80                         | 30      | 68 000        | 133,51               | 2,040                | 4,005                |
| 81                         | 31      | 68 000        | 133,51               | 2,101                | 4,125                |
| 82                         | 32      | 68 000        | 133,51               | 2,164                | 4,249                |
| 83                         | 33      | 68 000        | 133,51               | 2,229                | 4,376                |
| 84                         | 34      | 68 000        | 133,51               | 2,296                | 4,508                |
| 85                         | 35      | 68 000        | 133,51               | 2,364                | 4,643                |
| 86                         | 36      | 68 000        | 133,51               | 2,435                | 4,782                |
| 87                         | 37      | 68 000        | 133,51               | 2,508                | 4,926                |
| 88                         | 38      | 68 000        | 133,51               | 2,584                | 5,043                |
| 89                         | 39      | 68 000        | 133,51               | 2,661                | 5,226                |
| 90                         | 40      | 68 000        | 133,51               | 2,741                | 5,382                |
| 91                         | 41      | 68 000        | 133,51               | 2,823                | 5,544                |

QUADRO 10C - FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO

| FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO |                          |                         |                      |                      |  |                                  |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|--|----------------------------------|
| L I N H A                  | "COM"                    |                         |                      | CULTIVO: TOMATE      |  |                                  |
|                            | Á R E A<br>H E C T A R E | C U S T O/H E C T A R E |                      | F L U X O D E        |  | C U S T O S<br>V A R I Â N C I A |
|                            |                          | M É D I A               | V A R I Â N C I A    | M É D I A            |  |                                  |
|                            |                          | Cr\$                    | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> |  | Cr\$ 10 <sup>9</sup>             |
| 80                         | 30                       | 68 000                  | 133,51               | 2,040                |  | 4,005                            |
| 81                         | 31                       | 68 000                  | 133,51               | 2,121                |  | 4,165                            |
| 82                         | 32                       | 68 000                  | 133,51               | 2,206                |  | 4,332                            |
| 83                         | 34                       | 68 000                  | 133,51               | 2,294                |  | 4,505                            |
| 84                         | 35                       | 68 000                  | 133,51               | 2,386                |  | 4,685                            |
| 85                         | 36                       | 68 000                  | 133,51               | 2,481                |  | 4,873                            |
| 86                         | 37                       | 68 000                  | 133,51               | 2,581                |  | 5,067                            |
| 87                         | 38                       | 68 000                  | 133,51               | 2,684                |  | 5,270                            |
| 88                         | 41                       | 68 000                  | 133,51               | 2,791                |  | 5,481                            |
| 89                         | 42                       | 68 000                  | 133,51               | 2,903                |  | 5,700                            |
| 90                         | 44                       | 68 000                  | 133,51               | 3,019                |  | 5,928                            |
| 91                         | 46                       | 68 000                  | 133,51               | 3,140                |  | 6,165                            |

| FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO |         |               |                      |                      |                      |        |
|----------------------------|---------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| "SEM"                      |         |               |                      |                      |                      |        |
| ANO                        | ÁREA    | CUSTO/HECTARE |                      | FLUXO DE             |                      | CUSTOS |
|                            | HECTARE | MÉDIA         | VARIÂNCIA            | MÉDIA                | VARIÂNCIA            |        |
|                            |         | Cr\$          | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |        |
| 80                         | 2200    | 5 454         | 1,440                | 11,998               | 3,168                |        |
| 81                         | 2244    | 5 454         | 1,440                | 11,238               | 3,231                |        |
| 82                         | 2288    | 5 454         | 1,440                | 12,483               | 3,296                |        |
| 83                         | 2333    | 5 454         | 1,440                | 12,733               | 3,361                |        |
| 84                         | 2380    | 5 454         | 1,440                | 12,987               | 3,428                |        |
| 85                         | 2428    | 5 454         | 1,440                | 13,247               | 3,497                |        |
| 86                         | 2476    | 5 454         | 1,440                | 13,512               | 3,567                |        |
| 87                         | 2526    | 5 454         | 1,440                | 13,782               | 3,639                |        |
| 88                         | 2576    | 5 454         | 1,440                | 14,058               | 3,711                |        |
| 89                         | 2628    | 5 454         | 1,440                | 14,339               | 3,786                |        |
| 90                         | 2680    | 5 454         | 1,440                | 14,626               | 3,861                |        |
| 91                         | 2734    | 5 454         | 1,440                | 14,918               | 3,939                |        |

QUADRO 10E - FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO

| FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO |         |               |                      |                      |                      |
|----------------------------|---------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| "COM"                      |         |               |                      |                      |                      |
| ANO                        | ÁREA    | CUSTO/HECTARE |                      | FLUXO DE             |                      |
|                            | HECTARE | MÉDIA         | VARIÂNCIA            | MÉDIA                | VARIÂNCIA            |
|                            |         | Cr\$          | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |
| 80                         | 2 200   | 5 454         | 1,440                | 11,998               | 3,168                |
| 81                         | 2 266   | 5 454         | 1,440                | 12,358               | 3,263                |
| 82                         | 2 333   | 5 454         | 1,440                | 12,729               | 3,361                |
| 83                         | 2 404   | 5 454         | 1,440                | 13,111               | 3,461                |
| 84                         | 2 476   | 5 454         | 1,440                | 13,504               | 3,515                |
| 85                         | 2 550   | 5 454         | 1,440                | 13,909               | 3,672                |
| 86                         | 2 626   | 5 454         | 1,440                | 14,327               | 3,782                |
| 87                         | 2 705   | 5 454         | 1,440                | 14,757               | 3,896                |
| 88                         | 2 706   | 5 454         | 1,440                | 15,199               | 4,013                |
| 89                         | 2 870   | 5 454         | 1,440                | 15,655               | 4,133                |
| 90                         | 2 956   | 5 454         | 1,440                | 16,125               | 4,257                |
| 91                         | 3 045   | 5 454         | 1,440                | 16,609               | 4,385                |

QUADRO 10 F - FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO

| FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO |         |               |                      |                      |           |                      |
|----------------------------|---------|---------------|----------------------|----------------------|-----------|----------------------|
| CULTIVO: BATATA-INGLESA    |         |               |                      |                      |           |                      |
| ANO                        | ÁREA    | "SEM"         |                      | FLUXO                |           | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |
|                            | HECTARE | CUSTO/HECTARE | VARIÂNCIA            | MÉDIA                | VARIÂNCIA |                      |
|                            |         |               | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> |           |                      |
| 80                         | 478     | 112 550       | 157,025              | 53,80                |           | 7,505                |
| 81                         | 492     | 112 550       | 157,025              | 55,41                |           | 7,730                |
| 82                         | 507     | 112 550       | 157,025              | 57,08                |           | 7,962                |
| 83                         | 522     | 112 550       | 157,025              | 58,79                |           | 8,201                |
| 84                         | 537     | 112 550       | 157,025              | 60,55                |           | 8,447                |
| 85                         | 554     | 112 550       | 157,025              | 62,37                |           | 8,701                |
| 86                         | 570     | 112 550       | 157,025              | 64,24                |           | 8,962                |
| 87                         | 587     | 112 550       | 157,025              | 66,17                |           | 9,231                |
| 88                         | 605     | 112 550       | 157,025              | 68,15                |           | 9,508                |
| 89                         | 623     | 112 550       | 157,025              | 70,20                |           | 9,793                |
| 90                         | 642     | 112 550       | 157,025              | 72,30                |           | 10,087               |
| 91                         | 661     | 112 550       | 157,025              | 74,47                |           | 10,389               |

QUADRO 106 - FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO

| FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO |         |               |                      |                      |                      |
|----------------------------|---------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| "COM"                      |         |               |                      |                      |                      |
| ANO                        | ÁREA    | CUSTO/HECTARE |                      | FLUXO DE CUSTOS      |                      |
|                            | HECTARE | MÉDIA         | VARIÂNCIA            | MÉDIA                | VARIÂNCIA            |
|                            |         | Cr\$          | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |
| 80                         | 478     | 112 550       | 157,025              | 53,80                | 7,505                |
| 81                         | 501     | 112 550       | 157,025              | 56,49                | 7,881                |
| 82                         | 527     | 112 550       | 157,025              | 59,31                | 8,275                |
| 83                         | 553     | 112 550       | 157,025              | 62,28                | 8 688                |
| 84                         | 581     | 112 550       | 157,025              | 65,39                | 9,123                |
| 85                         | 610     | 112 550       | 157,025              | 68,66                | 9,579                |
| 86                         | 640     | 112 550       | 157,025              | 72,10                | 10,058               |
| 87                         | 672     | 112 550       | 157,025              | 75,70                | 10,561               |
| 88                         | 706     | 112 550       | 157,025              | 79,49                | 11,089               |
| 89                         | 741     | 112 550       | 157,025              | 83,46                | 11,640               |
| 90                         | 778     | 112 550       | 157,025              | 80,63                | 12,226               |
| 91                         | 817     | 112 550       | 157,025              | 92,01                | 12,837               |

QUADRO 10H - FLUXO DO CUSTO DA PRODUÇÃO



| FLUXO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA |         |          |                         |                                 |           |              |                          |                      |      |
|----------------------------|---------|----------|-------------------------|---------------------------------|-----------|--------------|--------------------------|----------------------|------|
| TOMATE                     |         |          |                         |                                 |           |              |                          |                      |      |
| ANO                        | ÁREA    | PREÇO    | TAXA DE MELHORIA (l/m²) | SITUAÇÃO "SEM, " O INVESTIMENTO |           | AUTO CONSUMO | PRODUTÃO                 |                      | VAR. |
|                            |         |          |                         | MÉDIO                           | VARIÂNCIA |              | MED.                     | VAR.                 |      |
|                            |         |          |                         |                                 |           |              |                          |                      |      |
|                            |         | 2        | 3                       | 4                               | 5         | 6            | 7=1x2x3x4-6 8=(1x2x3)²x5 |                      |      |
|                            | HECTARE | Cr\$/TON |                         | TON/HA                          | TON/HA    |              | Cr\$ 10 <sup>6</sup>     | Cr\$ 10 <sup>6</sup> |      |
| 80                         | 30      | 3 820    | 1,000                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 2,940                    | 6,068                |      |
| 81                         | 31      | 3 820    | 1,001                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 3,034                    | 6,262                |      |
| 82                         | 32      | 3 820    | 1,002                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 3,128                    | 6,463                |      |
| 83                         | 33      | 3 820    | 1,003                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 3,255                    | 6,670                |      |
| 84                         | 34      | 3 820    | 1,004                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 3,428                    | 6,884                |      |
| 85                         | 35      | 3 820    | 1,005                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 3,535                    | 7,105                |      |
| 86                         | 36      | 3 820    | 1,006                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 3,644                    | 7,333                |      |
| 87                         | 37      | 3 820    | 1,007                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 3,757                    | 7,568                |      |
| 88                         | 38      | 3 820    | 1,008                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 3,874                    | 7,810                |      |
| 89                         | 39      | 3 820    | 1,009                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 3,994                    | 8,061                |      |
| 90                         | 40      | 3 820    | 1,010                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 4,118                    | 8,319                |      |
| 91                         | 41      | 3 820    | 1,011                   | 25,676                          | 52,950    | -            | 4,246                    | 8,586                |      |

QUADRO 11A FLUXO DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA.

| FLUXO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA |                               |          |                        |            |           |              |   |                      |  |
|----------------------------|-------------------------------|----------|------------------------|------------|-----------|--------------|---|----------------------|--|
| TOMATE                     |                               |          |                        |            |           |              |   |                      |  |
| ANO                        | SITUAÇÃO "COM" O INVESTIMENTO |          |                        |            |           |              |   |                      |  |
|                            | ÁREA                          | PREÇO    | TAXA DE MELHORIA (1-m) | RENDIMENTO |           | AUTO CONSUMO | PRODUÇÃO                                  |                      |  |
|                            |                               |          |                        | MÉDIO      | VARIÂNCIA |              | MED.                                      | VAR.                 |  |
|                            | 1                             | 2        | 3                      | 4          | 5         | 6            | 7 = 1x2x3x4-6 8 = (1x2x3) <sup>2</sup> x5 |                      |  |
|                            | HECTARE                       | Cr\$/TON |                        | TON/HA     | TON/HA    |              | Cr\$ 10 <sup>6</sup>                      | Cr\$ 10 <sup>6</sup> |  |
| 80                         | 30                            | 3 820    | 1,000                  | 25,676     | 52,950    | -            | 2,940                                     | 6,068                |  |
| 81                         | 31                            | 3 820    | 1,002                  | 25,676     | 52,950    | -            | 3,066                                     | 6,336                |  |
| 82                         | 32                            | 3 820    | 1,004                  | 25,676     | 52,950    | -            | 3,195                                     | 6,615                |  |
| 83                         | 34                            | 3 820    | 1,006                  | 25,676     | 52,950    | -            | 3,329                                     | 6,908                |  |
| 84                         | 35                            | 3 820    | 1,008                  | 25,676     | 52,950    | -            | 3,469                                     | 7,213                |  |
| 85                         | 36                            | 3 820    | 1,010                  | 25,676     | 52,950    | -            | 3,615                                     | 7,531                |  |
| 86                         | 37                            | 3 820    | 1,012                  | 25,676     | 52,950    | -            | 3,768                                     | 7,864                |  |
| 87                         | 39                            | 3 820    | 1,014                  | 25,676     | 52,950    | -            | 3,926                                     | 8,211                |  |
| 88                         | 41                            | 3 820    | 1,016                  | 25,676     | 52,950    | -            | 4,091                                     | 8,574                |  |
| 89                         | 42                            | 3 820    | 1,018                  | 25,676     | 52,950    | -            | 4,264                                     | 8,953                |  |
| 90                         | 44                            | 3 820    | 1,020                  | 25,676     | 52,950    | -            | 4,443                                     | 9,348                |  |
| 91                         | 46                            | 3 820    | 1,022                  | 25,676     | 52,950    | -            | 4,630                                     | 9,761                |  |

| FLUXO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA |                                 |          |                                       |            |           |               |                             |                      |                      |  |
|----------------------------|---------------------------------|----------|---------------------------------------|------------|-----------|---------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|--|
| MILHO                      |                                 |          |                                       |            |           |               |                             |                      |                      |  |
| ANO                        | SITUAÇÃO "SEM/ " O INVESTIMENTO |          |                                       |            |           |               |                             |                      |                      |  |
|                            | ÁREA                            | PREÇO    | TAXA DE MELHORIA (1 <sup>o</sup> ano) | RENDIMENTO |           | AUTO CONSUMO  | PRODUTÃO                    |                      |                      |  |
|                            |                                 |          |                                       | MÉDIO      | VARIÂNCIA |               | MED.                        | VAR.                 |                      |  |
|                            |                                 |          |                                       |            |           |               |                             |                      |                      |  |
| 1                          | 2                               | 3        | 4                                     | 5          | 6         | 7 = 1x2x3x4-6 | 8 = (1x2x3) <sup>2</sup> x5 |                      |                      |  |
|                            | HECTARE                         | Cr\$/TON |                                       | TON/HA     | TON/HA    |               | Cr\$ 10 <sup>6</sup>        | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> |  |
| 80                         | 2 200                           | 5 800    | 1,000                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 16,25                       | 2,314                |                      |  |
| 81                         | 2 244                           | 5 800    | 1,001                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 16,60                       | 2,365                |                      |  |
| 82                         | 2 288                           | 5 800    | 1,002                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 16,95                       | 2,417                |                      |  |
| 83                         | 2 333                           | 5 800    | 1,003                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 17,30                       | 2,470                |                      |  |
| 84                         | 2 380                           | 5 800    | 1,004                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 17,67                       | 2,525                |                      |  |
| 85                         | 2 428                           | 5 800    | 1,005                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 18,04                       | 2,580                |                      |  |
| 86                         | 2 476                           | 5 800    | 1,006                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 18,42                       | 2,637                |                      |  |
| 87                         | 2 526                           | 5 800    | 1,007                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 18,80                       | 2,695                |                      |  |
| 88                         | 2 576                           | 5 800    | 1,008                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 19,20                       | 2,755                |                      |  |
| 89                         | 2 628                           | 5 800    | 1,009                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 19,60                       | 2,815                |                      |  |
| 90                         | 2 680                           | 5 800    | 1,010                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 20,02                       | 2,877                |                      |  |
| 91                         | 2 734                           | 5 800    | 1,011                                 | 1,274      | 0,181     | -             | 20,44                       | 2,941                |                      |  |

| FLUXO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA |   |           |                                     |                     |           |              |                                       |                      |      |
|----------------------------|---|-----------|-------------------------------------|---------------------|-----------|--------------|---------------------------------------|----------------------|------|
| MILHO                      |   |           |                                     |                     |           |              |                                       |                      |      |
| ANO                        | SITUAÇÃO "COM" G IN V E S T I M E N T O |           |                                     |                     |           |              |                                       |                      |      |
|                            | Á R E A                                 | P R E Ç O | TAXA DE MELHORIA (1 <sup>ma</sup> ) | R E N D I M E N T O |           | AUTO CONSUMO | P R O D U Ç Ã O                       |                      | VAR. |
|                            |   |           |                                     | MÉDIO               | VARIÂNCIA |              | PROD.                                 | MED.                 |      |
|                            | 1                                       | 2         | 3                                   | 4                   | 5         | 6            | 7=1x2x3x4-6 8=(1x2x3) <sup>2</sup> x5 |                      |      |
|                            | HECTARE                                 | Cr\$/TON  |                                     | TON/HA              | TON/HA    |              | Cr\$ 10 <sup>6</sup>                  | Cr\$ 10 <sup>6</sup> |      |
| 80                         | 2 200                                   | 5 800     | 1,000                               | 1,274               | 0,181     | -            | 16,25                                 | 2,309                |      |
| 81                         | 2 266                                   | 5 800     | 1,003                               | 1,274               | 0,181     | -            | 16,79                                 | 2,393                |      |
| 82                         | 2 333                                   | 5 800     | 1,006                               | 1,274               | 0,181     | -            | 17,35                                 | 2,479                |      |
| 83                         | 2 404                                   | 5 800     | 1,009                               | 1,274               | 0,181     | -            | 17,92                                 | 2,569                |      |
| 84                         | 2 476                                   | 5 800     | 1,012                               | 1,274               | 0,181     | -            | 18,52                                 | 2,662                |      |
| 85                         | 2 550                                   | 5 800     | 1,015                               | 1,274               | 0,181     | -            | 18,13                                 | 2,758                |      |
| 86                         | 2 626                                   | 5 800     | 1,018                               | 1,274               | 0,181     | -            | 19,76                                 | 2,858                |      |
| 87                         | 2 705                                   | 5 800     | 1,021                               | 1,274               | 0,181     | -            | 20,42                                 | 2,962                |      |
| 88                         | 2 786                                   | 5 800     | 1,024                               | 1,274               | 0,181     | -            | 21,09                                 | 3,069                |      |
| 89                         | 2 870                                   | 5 800     | 1,027                               | 1,274               | 0,181     | -            | 21,79                                 | 3,180                |      |
| 90                         | 2 956                                   | 5 800     | 1,030                               | 1,274               | 0,181     | -            | 22,51                                 | 3,295                |      |
| 91                         | 3 045                                   | 5 800     | 1,033                               | 1,274               | 0,181     | -            | 23,26                                 | 3,414                |      |

| FLUXO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA |                                 |          |                          |            |           |              |                               |                      |                      |
|----------------------------|---------------------------------|----------|--------------------------|------------|-----------|--------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| FEIJÃO                     |                                 |          |                          |            |           |              |                               |                      |                      |
| ANO                        | SITUAÇÃO "SEM. " O INVESTIMENTO |          |                          |            |           |              |                               |                      |                      |
|                            | ÁREA                            | PREÇO    | TAXA DE MELHORIA (1-100) | RENDIMENTO |           | AUTO CONSUMO | PRODUÇÃO                      |                      | VAR.                 |
|                            |                                 |          |                          | MÉDIO      | VARIÂNCIA |              | MED.                          | VAR.                 |                      |
|                            |                                 |          |                          |            |           |              |                               |                      |                      |
|                            | 1                               | 2        | 3                        | 4          | 5         | 6            | 7 = 1x2x3x4-6 13 = (1x2x3)²x5 |                      |                      |
|                            | HECTARE                         | Cr\$/TON |                          | TON/HA     | TON/HA    |              | Cr\$ 10 <sup>6</sup>          | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> |
| 80                         | 450                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 21,84                         | 3,564                |                      |
| 81                         | 459                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 22,28                         | 3,635                |                      |
| 82                         | 468                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 22,73                         | 3,707                |                      |
| 83                         | 477                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 23,78                         | 3,782                |                      |
| 84                         | 487                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 23,64                         | 3,857                |                      |
| 85                         | 496                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 24,11                         | 3,934                |                      |
| 86                         | 506                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 24,59                         | 4,013                |                      |
| 87                         | 516                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 25,09                         | 4,093                |                      |
| 88                         | 527                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 25,59                         | 4,175                |                      |
| 89                         | 537                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 26,10                         | 4,259                |                      |
| 90                         | 548                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 26,62                         | 4,344                |                      |
| 91                         | 559                             | 60 000   | 1,000                    | 0,809      | 0,132     | -            | 27,16                         | 4,431                |                      |

QUADRO 11 - FLUXO DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA.

| FLUXO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA |                               |          |                                     |            |           |              |                              |                      |      |
|----------------------------|-------------------------------|----------|-------------------------------------|------------|-----------|--------------|------------------------------|----------------------|------|
| FEIJÃO                     |                               |          |                                     |            |           |              |                              |                      |      |
| ANO                        | SITUAÇÃO "COM" o INVESTIMENTO |          |                                     |            |           |              |                              |                      |      |
|                            | ÁREA                          | PREÇO    | TAXA DE MELHORIA (1 <sup>ma</sup> ) | RENDIMENTO |           | AUTO CONSUMO | PRODUÇÃO                     |                      | VAR. |
|                            |                               |          |                                     | MÉDIO      | VARIÂNCIA |              | MED.                         |                      |      |
|                            | 1                             | 2        | 3                                   | 4          | 5         | 6            | 7=1x2x3x4-6 15=(1x2x3x4-6)x5 |                      |      |
|                            | HECTARE                       | Cr\$/TON |                                     | TON/HA     | TON/HA    |              | Cr\$ 10 <sup>6</sup>         | Cr\$ 10 <sup>6</sup> |      |
| 80                         | 450                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 21,84                        | 3,564                |      |
| 81                         | 468                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 22,72                        | 3,706                |      |
| 82                         | 486                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 23,63                        | 3,854                |      |
| 83                         | 506                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 24,57                        | 4,009                |      |
| 84                         | 526                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 25,55                        | 4,169                |      |
| 85                         | 547                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 26,58                        | 4,336                |      |
| 86                         | 569                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 27,64                        | 4,509                |      |
| 87                         | 592                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 28,74                        | 4,689                |      |
| 88                         | 615                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 29,89                        | 4,877                |      |
| 89                         | 640                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 31,09                        | 5,072                |      |
| 90                         | 666                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 32,33                        | 5,275                |      |
| 91                         | 696                           | 60 000   | 1,000                               | 0,809      | 0,132     | -            | 33,63                        | 5,486                |      |

QUADRO 11 - FLUXO DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA.

| FLUXO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA |  |          |                            |                   |           |              |                          |                    |      |
|----------------------------|--|----------|----------------------------|-------------------|-----------|--------------|--------------------------|--------------------|------|
| BATATA-INGLESA             |  |          |                            |                   |           |              |                          |                    |      |
| ANO                        | SITUAÇÃO "SEM" C I N V E S T I M E N T O |          |                            |                   |           |              |                          |                    |      |
|                            | ÁREA                                     | PREÇO    | TAXA DE MELHORIA (1.º ano) | REN D I M E N T O |           | AUTO CONSUMO | P R O D U Ç Ã O          |                    | VAR. |
|                            |  |          |                            | MÉDIO             | VARIÂNCIA |              | MED.                     |                    |      |
|                            | 1  | 2        | 3                          | 4                 | 5         | 6            | 7=1x2x3x4-6 5=(1x2x3)²x5 |                    |      |
|                            | HECTARE                                  | Cr\$/TON |                            | TON/HA            | TON/HA    |              | Cr\$ 10 <sup>6</sup>     | Cr 10 <sup>9</sup> |      |
| 80                         | 428                                      | 25 000   | 1,0000                     | 10,035            | 1,936     | -            | 119,92                   | 0,0231             |      |
| 81                         | 492                                      | 25 000   | 1,0050                     | 10,035            | 1,936     | -            | 124,05                   | 0,0240             |      |
| 82                         | 507                                      | 25 000   | 1,0100                     | 10,035            | 1,936     | -            | 128,47                   | 0,0250             |      |
| 83                         | 522                                      | 25 000   | 1,0150                     | 10,035            | 1,936     | -            | 133,01                   | 0,0260             |      |
| 84                         | 537                                      | 25 000   | 1,0200                     | 10,035            | 1,936     | -            | 137,68                   | 0,0270             |      |
| 85                         | 554                                      | 25 000   | 1,0250                     | 10,035            | 1,936     | -            | 142,52                   | 0,0281             |      |
| 86                         | 570                                      | 25 000   | 1,0300                     | 10,035            | 1,936     | -            | 147,35                   | 0,0293             |      |
| 87                         | 587                                      | 25 000   | 1,0350                     | 10,035            | 1,936     | -            | 152,72                   | 0,0305             |      |
| 88                         | 605                                      | 25 000   | 1,0400                     | 10,035            | 1,936     | -            | 158,08                   | 0,0317             |      |
| 89                         | 623                                      | 25 000   | 1,0450                     | 10,035            | 1,936     | -            | 163,64                   | 0,0330             |      |
| 90                         | 642                                      | 25 000   | 1,0500                     | 10,035            | 1,936     | -            | 169,40                   | 0,0343             |      |
| 91                         | 661                                      | 25 000   | 1,0550                     | 10,035            | 1,936     | -            | 175,35                   | 0,0357             |      |

| FLUXO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA |                               |          |                            |            |           |              |  |                      |  |
|----------------------------|-------------------------------|----------|----------------------------|------------|-----------|--------------|--|----------------------|--|
| BATATA-INGLESA             |                               |          |                            |            |           |              |  |                      |  |
| ANO                        | SITUAÇÃO "COM" O INVESTIMENTO |          |                            |            |           |              | PRODUÇÃO                                     |                      |  |
|                            | ÁREA                          | PREÇO    | TAXA DE MELHORIA (1.º ano) | RENDIMENTO |           | AUTO CONSUMO | MED.   | VAR.                 |  |
|                            |                               |          |                            | MÉDIO      | VARIÂNCIA |              |  |                      |  |
|                            |                               |          |                            |            |           |              |  |                      |  |
|                            | 1                             | 2        | 3                          | 4          | 5         | 6            | 7 = 1x2x3x4 - 6x5 = (1x2x3) <sup>2</sup> x 5 |                      |  |
|                            | HECTARE                       | Cr\$/TON |                            | TON/HA     | TON/HA    |              | Cr\$ 10 <sup>6</sup>                         | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |  |
| 80                         | 478                           | 25 000   | 1,000                      | 10,035     | 1,936     | -            | 119,92                                       | 0,0231               |  |
| 81                         | 501                           | 25 000   | 1,006                      | 10,035     | 1,936     | -            | 126,67                                       | 0,0249               |  |
| 82                         | 527                           | 25 000   | 1,012                      | 10,035     | 1,936     | -            | 133,80                                       | 0,0261               |  |
| 83                         | 553                           | 25 000   | 1,018                      | 10,035     | 1,936     | -            | 141,33                                       | 0,0776               |  |
| 84                         | 581                           | 25 000   | 1,024                      | 10,035     | 1,936     | -            | 149,29                                       | 0,0294               |  |
| 85                         | 610                           | 25 000   | 1,030                      | 10,035     | 1,936     | -            | 157,70                                       | 0,0313               |  |
| 86                         | 640                           | 25 000   | 1,037                      | 10,035     | 1,936     | -            | 166,57                                       | 0,0333               |  |
| 87                         | 672                           | 25 000   | 1,043                      | 10,035     | 1,936     | -            | 175,95                                       | 0,0353               |  |
| 88                         | 706                           | 25 000   | 1,049                      | 10,035     | 1,936     | -            | 185,86                                       | 0,0376               |  |
| 89                         | 741                           | 25 000   | 1,055                      | 10,035     | 1,936     | -            | 196,32                                       | 0,0399               |  |
| 90                         | 778                           | 25 000   | 1,062                      | 10,035     | 1,936     | -            | 207,38                                       | 0,0424               |  |
| 91                         | 817                           | 25 000   | 1,068                      | 10,035     | 1,936     | -            | 219,05                                       | 0,0451               |  |

QUADRO 11 - FLUXO DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA.



| F L U X O   D O S   B E N E F Í C I O S   A G R Í C O L A S |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| A N O   | P R O D U Ç Ã O      |                      | C U S T O            |                      | B E N E F Í C I O S  |                      |
|   | MÉDIA                | VARIÂNCIA            | MÉDIA                | VARIÂNCIA            | MÉDIA                | VARIÂNCIA            |
|   | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |
| 80  | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    |
| 81  | 3,282                | 0,673                | 2,390                | 1,555                | 0,892                | 2,231                |
| 82  | 6,630                | 1,461                | 2,858                | 3,278                | 3,772                | 4,739                |
| 83  | 10,434               | 2,324                | 4,081                | 5,099                | 6,353                | 7,423                |
| 84  | 14,411               | 3,178                | 6,177                | 7,073                | 8,234                | 10,251               |
| 85  | 18,820               | 4,206                | 8,009                | 9,185                | 10,811               | 13,391               |
| 86  | 23,734               | 5,248                | 10,591               | 11,460               | 13,143               | 16,708               |
| 87  | 28,599               | 6,296                | 12,081               | 14,045               | 16,518               | 20,341               |
| 88  | 34,304               | 7,680                | 14,328               | 16,667               | 19,976               | 24,347               |
| 89  | 40,130               | 8,950                | 16,718               | 19,291               | 23,412               | 28,241               |
| 90  | 46,505               | 10,478               | 19,277               | 22,332               | 27,228               | 32,810               |
| 91  | 53,374               | 12,103               | 22,018               | 25,547               | 31,356               | 37,650               |

| B E N E F Í C I O   A G R E G A D O   D A   P R O D U Ç Ã O |                 |                 |                 |      |                                     |                 |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|------|-------------------------------------|-----------------|
| A N O   | A G R I C O L A |                 | P E C U Á R I A |      | B E N E F Í C I O   A G R E G A D O |                 |
|   | MED.            | VAR.            | MED.            | VAR. | MED.                                | VAR.            |
|   | 10 <sup>6</sup> | 10 <sup>9</sup> |                 |      | 10 <sup>6</sup>                     | 10 <sup>9</sup> |
| 80  | -               | -               | -               | -    | -                                   | -               |
| 81  | 0,892           | 2,231           | -               | -    | 0,892                               | 2,231           |
| 82  | 3,772           | 4,739           | -               | -    | 3,772                               | 4,439           |
| 83  | 6,353           | 7,423           | -               | -    | 6,353                               | 7,423           |
| 84  | 8,234           | 10,251          | -               | -    | 8,234                               | 10,251          |
| 85  | 10,811          | 13,391          | -               | -    | 10,811                              | 13,391          |
| 86  | 13,143          | 16,708          | -               | -    | 13,143                              | 16,708          |
| 87  | 16,518          | 20,341          | -               | -    | 16,518                              | 20,341          |
| 88  | 19,976          | 24,347          | -               | -    | 19,976                              | 24,347          |
| 89  | 23,412          | 28,241          | -               | -    | 23,412                              | 28,241          |
| 90  | 27,228          | 32,810          | -               | -    | 27,228                              | 32,810          |
| 91  | 31,356          | 37,650          | -               | -    | 31,356                              | 37,650          |

QUADRO 16   B E N E F Í C I O   A G R E G A D O   D A   P R O D U Ç Ã O

FLUXO ANUAL DE BENEFÍCIOS

| ANO | REDUÇÃO CUSTOS OPERACIONAIS |                           | BENEFÍCIO PRODUÇÃO        |                           | BENEFÍCIO TOTAL           |                           |
|-----|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|     | MED                         | VAR                       | MED                       | VAR                       | MED                       | VAR                       |
|     | 1                           | 2                         | 3                         | 4                         | 5 = 1 + 3                 | 6 = 2 + 4                 |
| 80  | Cr\$ 10 <sup>6</sup><br>-   | Cr\$ 10 <sup>9</sup><br>- | Cr\$ 10 <sup>6</sup><br>- | Cr\$ 10 <sup>9</sup><br>- | Cr\$ 10 <sup>6</sup><br>- | Cr\$ 10 <sup>9</sup><br>- |
| 81  | 22,379                      | 748,956                   | 0,892                     | 2,231                     | 23,271                    | 751,187                   |
| 82  | 23,450                      | 823,612                   | 3,772                     | 4,439                     | 27,222                    | 828,051                   |
| 83  | 24,571                      | 905,871                   | 6,353                     | 7,423                     | 30,924                    | 913,294                   |
| 84  | 25,748                      | 996,516                   | 8,234                     | 10,251                    | 33,982                    | 1.066,767                 |
| 85  | 26,986                      | 1.096,505                 | 10,811                    | 13,391                    | 37,797                    | 1.109,896                 |
| 86  | 28,281                      | 1.206,547                 | 13,143                    | 16,708                    | 41,424                    | 1.223,255                 |
| 87  | 29,642                      | 1.327,966                 | 16,518                    | 20,341                    | 46,160                    | 1.348,307                 |
| 88  | 31,068                      | 1.461,850                 | 19,976                    | 24,347                    | 51,044                    | 1.486,197                 |
| 89  | 32,567                      | 1.609,530                 | 23,412                    | 28,241                    | 55,979                    | 1.637,771                 |
| 90  | 34,138                      | 1.772,412                 | 27,228                    | 32,810                    | 61,366                    | 1.805,222                 |
| 91  | 35,524                      | 1.952,822                 | 31,356                    | 37,650                    | 66,880                    | 1.990,472                 |

| F L U X O   A N U A L   D E   C U S T O S |   |                      |   |                      |                           |                      |
|---|---|----------------------|---|----------------------|---------------------------|----------------------|
| A N O                                     | C U S T O S   D E   C O N S T R U Ç Ã O |                      | C U S T O S   D E   C O N S E R V A Ç Ã O |                      | C U S T O S   T O T A I S |                      |
|   | MED.                                    | VAR.                 | MED.                                      | VAR.                 | MED.                      | VAR.                 |
|   | 1                                       | 2                    | 3   | 4                    | 5 = 1 + 3                 | 6 = 2 + 4            |
|   | Cr\$ 10 <sup>6</sup>                    | Cr\$ 10 <sup>9</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup>                      | Cr\$ 10 <sup>9</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup>      | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |
| 80  | 251,128                                 | 88,836               | 0,844                                     | 0,792                | 258,972                   | 89,628               |
| 81  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |
| 82  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |
| 83  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |
| 84  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |
| 85  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |
| 86  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |
| 87  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |
| 88  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |
| 89  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |
| 90  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |
| 91  | -                                       | -                    | 1,892                                     | 1,409                | 1,892                     | 1,409                |

VALOR PRESENTE

| BENEFÍCIOS |                           | C U S T O S               |                                 | LÍQUIDO                        |                                  | TAXA 12%                       |         | VALOR PRESENTE |                                |
|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------|----------------|--------------------------------|
| Á N O      | MED.                      | VAR.                      | MED.                            | VAR.                           | MED.                             | VAR.                           | MED.    | MED.           | VAP.                           |
|            | 1                         | 2                         | 3                               | 4                              | 5 = 1-3                          | 6 = 2-4                        | 7       | 8              | 9 = 5x7<br>10 = 6x8            |
| 80         | Cr\$ 10 <sup>6</sup><br>- | Cr\$ 10 <sup>9</sup><br>- | Cr\$ 10 <sup>6</sup><br>206,525 | Cr\$ 10 <sup>9</sup><br>56,853 | Cr\$ 10 <sup>6</sup><br>-206,525 | Cr\$ 10 <sup>9</sup><br>56,853 | 1,00000 | 1,00000        | Cr\$ 10 <sup>9</sup><br>56,853 |
| 81         | 23,271                    | 751,187                   | 1,892                           | 1,409                          | 21,379                           | 749,778                        | 0,89286 | 0,79719        | 19,088<br>597,718              |
| 82         | 27,222                    | 828,294                   | 1,892                           | 1,409                          | 25,330                           | 826,642                        | 0,79719 | 0,63552        | 20,193<br>625,346              |
| 83         | 30,924                    | 913,294                   | 1,892                           | 1,409                          | 29,032                           | 911,885                        | 0,71178 | 0,50663        | 20,664<br>461,989              |
| 84         | 33,982                    | 1.006,767                 | 1,892                           | 1,409                          | 32,982                           | 1.005,358                      | 0,63552 | 0,40388        | 20,961<br>406,047              |
| 85         | 37,797                    | 1.107,896                 | 1,892                           | 1,409                          | 35,905                           | 1.108,487                      | 0,56743 | 0,32197        | 20,373<br>356,903              |
| 86         | 41,424                    | 1.223,255                 | 1,892                           | 1,409                          | 39,532                           | 1.221,846                      | 0,50663 | 0,25668        | 20,028<br>313,617              |
| 87         | 46,160                    | 1.348,307                 | 1,892                           | 1,409                          | 44,268                           | 1.346,898                      | 0,45235 | 0,20462        | 20,025<br>275,602              |
| 88         | 51,044                    | 1.486,187                 | 1,892                           | 1,409                          | 49,044                           | 1.484,778                      | 0,40388 | 0,16312        | 19,808<br>242,199              |
| 89         | 55,979                    | 1.637,771                 | 1,892                           | 1,409                          | 54,087                           | 1.636,382                      | 0,36061 | 0,13004        | 19,489<br>212,794              |
| 90         | 61,366                    | 1.805,222                 | 1,892                           | 1,409                          | 59,474                           | 1.803,813                      | 0,32197 | 0,10367        | 19,149<br>186,995              |
| 91         | 66,880                    | 1.990,472                 | 1,892                           | 1,409                          | 64,988                           | 1.989,063                      | 0,28748 | 0,08264        | 18,682<br>164,381              |
| SOMA:      |                           |                           |                                 |                                |                                  |                                |         | +11,935        | 3.786,738                      |

QUADRO 19 - VALOR PRESENTE.  $\sigma=1,9459 \times 10^{-6}$

## VALOR PRESENTE

| A. | BENEFÍCIOS           |                      | C U S T O S          |                      | LÍQUIDO              |                      | TAXA 15%     |               | VALOR PRESENTE       |                      |
|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------|---------------|----------------------|----------------------|
|    | MED.                 | VAR.                 | MED.                 | VAR.                 | MED.                 | VAR.                 | $(1+j)^{-n}$ | $(1+j)^{-2n}$ | MED.                 | VAR.                 |
| 0  | 1                    | 2                    | 3                    | 4                    | 5 = 1-3              | 6 = 2-4              | 7            | 8             | 9 = 5x7              | 10 = 8x5             |
| 80 | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |              |               | Cr\$ 10 <sup>6</sup> | Cr\$ 10 <sup>9</sup> |
|    | -                    | -                    | 206,525              | 56,853               | -206,525             | 56,853               |              |               | -206,525             | 56,853               |
| 81 | 23,271               | 751,187              | 1,892                | 1,409                | 21,379               | 749,778              | 0.86957      | 0.75615       | 18,590               | 566,940              |
| 82 | 27,222               | 828,951              | 1,892                | 1,409                | 25,330               | 826,642              | 0.75614      | 0.57175       | 19,153               | 472,635              |
| 83 | 30,924               | 913,294              | 1,892                | 1,409                | 29,032               | 911,885              | 0.65752      | 0.43233       | 19,089               | 394,233              |
| 84 | 33,982               | 1.006,767            | 1,892                | 1,409                | 32,982               | 1.005,358            | 0.57175      | 0.32690       | 18,858               | 328,653              |
| 85 | 37,797               | 1.107,896            | 1,892                | 1,409                | 35,905               | 1.108,487            | 0.49718      | 0.24719       | 17,851               | 274,001              |
| 86 | 41,424               | 1.223,255            | 1,892                | 1,409                | 39,532               | 1.221,846            | 0.43238      | 0.18695       | 17,091               | 228,372              |
| 87 | 46,160               | 1.348,307            | 1,892                | 1,409                | 44,268               | 1.346,898            | 0.37594      | 0.14133       | 16,642               | 190,355              |
| 88 | 51,044               | 1.486,187            | 1,892                | 1,409                | 49,044               | 1.484,778            | 0.32690      | 0.10686       | 16,033               | 158,670              |
| 89 | 55,979               | 1.637,771            | 1,892                | 1,409                | 54,087               | 1.636,382            | 0.28426      | 0.08080       | 15,375               | 132,228              |
| 90 | 61,366               | 1.805,222            | 1,892                | 1,409                | 59,474               | 1.803,813            | 0.24718      | 0.06110       | 14,701               | 110,213              |
| 91 | 66,880               | 1.990,472            | 1,892                | 1,409                | 64,988               | 1.989,063            | 0.21494      | 0.04620       | 13,969               | 91,896               |
|    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |              | SOMA:         | -19,173              | 3.285,576            |

QUADRO 19 - VALOR PRESENTE.

σ=1,8126x10<sup>6</sup>

| ANÁLISE DE SENSIBILIDADE |                  |   |
|--------------------------|------------------|---|
| VALOR PRESENTE (j = 12%) |                  | PROBABILIDADE DO VALOR PRESENTE   |
| PROBABILIDADE            | INTERVALO        | $P(VP < 0) = P\left(Z \leq \frac{0 - \mu}{\sigma}\right) = P(Z < \frac{11,935}{1,945}) = P(Z < 6,136)$<br><br>$P(VP < 0) = 0,00001\%$                                 |
| 2,5%                     | menor que 8,122  |   |
| 13,5%                    | 8,122 a 9,221    |   |
| 34,0%                    | 9,221 a 11,935   |   |
| 34,0%                    | 11,935 a 14,658  |   |
| 13,5%                    | 14,658 a 16,156  |   |
| 2,5%                     | maior que 16,156 |   |
|                          |                  | ANÁLISE DA TAXA DE RETORNO  |
|                          |                  | TAXA INTERNA MÉDIA = 13,102%  |
|                          |                  | VARIÂNCIA DA TAXA INTERNA = 0,0322  |
|                          |                  | EXPECTÂNCIA - VARIÂNCIA   |
|                          |                  | COEFICIENTE DE AVERSÃO AO RISCO A = 2,5   |
|                          |                  | $EV = \mu + A\sigma = 11,935 \times 10^6 + 2,5 \times 1,935 \times 10^6 = 16,773$<br>$EV = \mu - A\sigma = 11,935 \times 10^6 - 2,5 \times 1,935 \times 10^6 = 7,098$ |
|                          |                  | OBSERVAÇÕES: O projeto é altamente sensível a taxa de custo de capital.   |

| ANÁLISE DE SENSIBILIDADE |                     |   |
|--------------------------|---------------------|---|
| VALOR PRESENTE (j = 15%) |                     | PROBABILIDADE DO VALOR PRESENTE   |
| PROBABILIDADE            | INTERVALO           |   |
| 2,5%                     | menor que - 22,708  | $P(VP < 0) = P\left(Z \leq \frac{0 - \mu}{\sigma}\right) = P\left(Z < \frac{0 - 19,173}{1,812}\right) = P(Z < -10,581)$ |
| 13,5%                    | - 22,708 a - 21,711 | $P(VP < ) = 99,999\%$   |
| 35,0%                    | -21,711 a - 19,173  | ANÁLISE DA TAXA DE RETORNO  |
| 35,0%                    | -19,173 a - 16,635  | TAXA INTERNA MÉDIA = 13,102%  |
| 13,5%                    | -16,635 a - 15,620  | VARIÂNCIA DA TAXA INTERNA = 0,0322  |
| 2,5%                     | maior que - 15,620  | EXPECTÂNCIA - VARIÂNCIA   |
|                          |                     | COEFICIENTE DE AVERSÃO AO RISCO A = 2,5   |
|                          |                     | $EV = \mu + A\sigma = 19,173 + 2,5 \times 1,812 = -14,643$  |
|                          |                     | $EV = \mu - A\sigma = 19,173 - 2,5 \times 1,812 = -23,703$  |
|                          |                     | OBSERVAÇÕES: O projeto é altamente sensível a taxa de custo de capital.   |